

Palökologie der Foraminiferen aus dem  
Messin der Ionischen Inseln (Zakynthos,  
Kephallinia und Korfu)

Jutta Just

1977







**Palökologie der Foraminiferen aus dem  
Messin der Ionischen Inseln (Zakynthos,  
Kephallinia und Korfu)**

Inaugural-Dissertation

Zur Erlangung des Doktorgrades  
des Fachbereichs Geowissenschaften  
der Ludwig-Maximilian Universität  
München

vorgelegt

von

**Jutta Just**

**München**

**1977**



1. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Hagn

2. Berichterstatter: Prof. Dr. D. Herm

Tag der mündlichen Prüfung: 25. 02. 1977

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet !



# INHALTSVERZEICHNIS

|                                                                          | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Einleitung                                                            | 1     |
| 1.1 Vorwort                                                              | 1     |
| 1.2 Problemstellung                                                      | 2     |
| 1.3 Historischer Überblick                                               | 4     |
| 2. Zur Geographie und Geologie der Ionischen Inseln                      | 7     |
| 2.1 Zakynthos                                                            | 11    |
| 2.2 Kephallinia                                                          | 17    |
| 2.3 Korfu                                                                | 20    |
| 3. Die Lithologie des Obermiozäns und Unterpliozäns der Ionischen Inseln | 25    |
| 3.1 Zakynthos                                                            | 25    |
| 3.2 Kephallinia                                                          | 30    |
| 3.3 Korfu                                                                | 33    |
| 4. Die Stratigraphie des Obermiozäns und Unterpliozäns im Mittelmeerraum | 35    |
| 4.1 Planktonische Foraminiferen                                          | 36    |
| 4.2 Benthonische Foraminiferen                                           | 41    |
| 4.3 Stratigraphische Folgerungen                                         | 43    |
| 4.4 Korrelation mit altersgleichen Biozonen des Mittelmeerraums          | 46    |

|                                                                       | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|
| 5. Palökologie                                                        | 48    |
| 5.1 Die ökologischen Faktoren                                         | 49    |
| 5.1.1 Temperatur                                                      | 49    |
| 5.1.2 Salinität                                                       | 50    |
| 5.1.3 Kalziumkarbonatgehalt                                           | 51    |
| 5.1.4 pH, Sauerstoffgehalt und Licht                                  | 52    |
| 5.1.5 Tiefenbereiche und Substrat                                     | 53    |
| 5.1.6 Nahrung                                                         | 55    |
| 5.1.7 Wellenbewegung und Strömung                                     | 55    |
| 5.1.8 Rezent gewonnene Daten und ihre<br>Verwendbarkeit               | 57    |
| 5.2 Methodik                                                          | 58    |
| 5.2.1 Probenentnahme und Aufbereitung                                 | 58    |
| 5.2.2 Statistik                                                       | 58    |
| 5.2.3 Biometrie                                                       | 60    |
| 5.3 Beobachtungen                                                     | 62    |
| 5.3.1 Benthonische Foraminiferenge-<br>meinschaften                   | 62    |
| 5.3.2 Morphologische Eigenschaften<br>der benthonischen Foraminiferen | 67    |
| 5.3.3 Pelagische Foraminiferengemein-<br>schaften                     | 69    |
| 5.3.4 Restfauna und Flora                                             | 71    |

|                                                                                                                   | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 5. 4    Ökologische Folgerungen                                                                                   | 73    |
| 5. 4. 1    Zakynthos                                                                                              | 73    |
| 5. 4. 2    Kepahllinia                                                                                            | 78    |
| 5. 4. 3    Korfu                                                                                                  | 81    |
| 5. 5    Paläogeographie                                                                                           | 83    |
| 5. 5. 1    Die paläogeographischen Ver-<br>hältnisse im Messin und Zancin<br>der Ionischen Inseln                 | 83    |
| 5. 5. 2    Die paläogeographischen Ver-<br>hältnisse der Ionischen Inseln<br>im Vergleich zum Mittelmeer-<br>raum | 86    |
| 6.    Systematik                                                                                                  | 89    |
| 6. 1    Pelagische Foraminiferen                                                                                  | 89    |
| 6. 2    Benthonische Foraminiferen                                                                                | 94    |
| 7.    Zusammenfassung                                                                                             | 116   |
| 8.    Literaturverzeichnis                                                                                        | 121   |

#### Anhang

Abbildungen: 6 - 24

Tafeln: 1 - 8

# VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

|                                                                                                   | Seite  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Abb.: 1 Geographische Übersicht über das Arbeits-<br>gebiet                                       | 8      |
| Abb.: 2 Die Hauptfaltungsrichtungen der Ionischen<br>Inseln                                       | 10     |
| Abb.: 3 Geographische Übersicht über die Insel<br>Zakynthos sowie Lage der Profile                | 12     |
| Abb.: 4 Geographische Übersicht über die Insel<br>Kephallinia sowie Lage des Profils              | 16     |
| Abb.: 5 Geographische Übersicht über die Insel<br>Korfu sowie Lage der Profile                    | 21     |
| Abb.: 6 Lithologie der Profile von Zakynthos                                                      | Anhang |
| Abb.: 7 Lithologie der Profile von Kephallinia<br>und Korfu                                       | "      |
| Abb.: 8 Stratigraphische Übersicht                                                                | "      |
| Abb.: 9 Stratigraphische Korrelation des Messins<br>der Ionischen Inseln zum Mittelmeerraum       | "      |
| Abb.: 10 - 13<br>Prozentuale Zusammensetzung der Fora-<br>miniferengemeinschaften der Ion. Inseln | "      |
| Abb.: 14 Biometrie                                                                                | "      |
| Abb.: 15 Diversity - Index - Werte von Kalamaki<br>(Zakynthos)                                    | "      |
| Abb.: 16 Diversity - Index - Werte von Kap Liakas<br>(Kephallinia)                                | "      |
| Abb.: 17 Diversity - Index - Werte von Agios Sostis<br>(Zakynthos)                                | "      |

|                                                                                      |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Abb.: 18 Diversity - Index - Werte von Paghi<br>(Korfu)                              | Anhang<br>" |
| Abb.: 19 Diversity - Index - Werte von Kavadades<br>(Korfu)                          | "           |
| Abb.: 20 Schematische Darstellung der Palökologie<br>von Kalamaki (Zakynthos)        | "           |
| Abb.: 21 Schematische Darstellung der Palökologie<br>von Agios Sostis II (Zakynthos) | "           |
| Abb.: 22 Schematische Darstellung der Palökologie<br>von Kap Liakas (Kephallinia)    | "           |
| Abb.: 23 Schematische Darstellung der Palökologie<br>von Paghi (Korfu)               | "           |
| Abb.: 24 Schematische Darstellung der Palökologie<br>von Kavadades (Korfu)           | "           |



## 1. Einleitung

### 1.1 Vorwort

Die Anregung zur vorliegenden Arbeit verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. HAGN, dem Leiter der Abteilung für Mikropaläontologie des Institutes für Paläontologie und historische Geologie. Für seine rege Anteilnahme am Fortgang meiner Arbeit und seine wertvollen fachlichen Hinweise schulde ich ihm aufrichtigen Dank.

Mein Dank gilt ferner Herrn Prof. Dr. R. DEHM, dem Vorstand des Institutes für Paläontologie und historische Geologie für die Erlaubnis zur Benützung der technischen Einrichtungen des Institutes.

Herrn Dr. K. BRAUNE und Herrn Dr. K. O. HEIMANN danke ich ganz besonders für die Überlassung des Vergleichsmaterials von Kephallinia und Korfu sowie für ihre hilfreichen Hinweise während der Geländearbeit auf Zakynthos.

Gedankt sei auch Herrn Dipl.-Geol. S. MUZAVOR für seine Mithilfe bei der Lösung technischer Probleme.

Schließlich gilt mein besonders herzlicher Dank Frau Karin Thum für ihre Unterstützung bei der graphischen Gestaltung der vorliegenden Arbeit sowie Frau Heidi Schroeder für die Erstellung des Typoskripts und ihre selbstlose Mithilfe im Gelände.

## 1.2 Problemstellung

Im Laufe der Entwicklungsgeschichte des heutigen Mittelmeeres kam es im Tertiär zur Abschnürung der Tethys vom Atlantik, verbunden damit war eine partielle Trockenlegung weiter Gebiete der Tethys und die Ablagerung von Evaporiten. Diese Theorie stützt sich auf die geologische Bearbeitung der im Rahmen des "Deep Sea Drilling Projects (Joides)" von der Glomar Challenger 1970 - 1972 erbohrten Evaporite obermiozänen Alters im Boden des Mittelmeeres (RYAN, 1969, HSÜ, 1972). Im Anschluß daran wurden weitere obermiozäne Sedimente im ganzen Mittelmeerraum bearbeitet, um Klarheit über die messinen Ereignisse zu bekommen. So rückten auch die obermiozänen Sedimente der Ionischen Inseln in das Blickfeld des Interesses.

Die vorliegende Arbeit will versuchen:

- a) Die evaporitführenden Sedimente aus dem Obermiozän der Ionischen Inseln, die stellvertretend für östliche Teilbereiche der Tethys sind, anhand der pelagischen Foraminiferen stratigraphisch zu gliedern und mit dem übrigen mediterranen Raum zu korrelieren,
- b) die palökologischen Verhältnisse mit Hilfe der benthonischen Foraminiferen festzulegen und die Reaktion der Fauna auf die "crise de salinité" zu verdeutlichen und schließlich
- c) die paläogeographischen Verhältnisse der obermiozänen Tethys im Bereich der Ionischen Inseln zu rekonstruieren.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit basieren auf der mikropaläontologischen Bearbeitung von fünf einschlägigen Profilen auf Zakynthos (zwei Profile), Kephallinia (ein Profil) und Korfu (zwei Profile). Die Profile auf Zakynthos wurden während der Monate September und Oktober 1975 im Zuge eigener Geländearbeiten aufgenommen und beprobt. Das Vergleichsmaterial der Profile von Kephallinia und Korfu stammt vom Institut für Meeresgeologie der Technischen Universität in München.

### 1.3 Historischer Überblick

Die vorliegende Literatur über die Geologie und Geographie der Ionischen Inseln reicht bis ins 19. Jahrhundert. Zu den ersten geowissenschaftlichen Bearbeitern zählen:

S T R I C K L A N D (1840), er schrieb die erste geologische Monographie über die Insel Zakynthos, außerdem arbeitete er zusammen mit H A M I L T O N (1847) auf Kephallinia;

F U C H S (1877), seine Beiträge befassen sich mit den Neogenablagerungen der Inseln Zakynthos und Korfu; P A R T S C H (1887), er brachte die erste zusammenfassende Monographie geographisch, geomorphologischen Charakters über die Insel Korfu heraus, außerdem befasste er sich mit der Geologie von Zakynthos (1891), Kephallinia und Ithaka (1890).

Neben den frühesten Bearbeitern der Ionischen Inseln erstellte P H I L L I P S O N (1892) die erste zusammenfassende Arbeit über die Geographie und Geomorphologie Griechenlands, in seiner Arbeit ist die erste geologische Übersicht über die Ionischen Inseln zu finden.

Das Pendant zur Arbeit von PHILLIPSON auf geologisch-stratigraphischem Sektor lieferte R E N Z (1955) mit

seiner grundlegenden Arbeit zur Geologie Griechenlands. Im Zuge seiner Arbeiten entstanden detailierte Angaben zur Stratigraphie und Tektonik der Ionischen Inseln. RENZ zählt neben L I A T S I K A S und P A R A S K E V A I D I S zu den Hauptbearbeitern der ersten geologischen Karte von Griechenland, die im Jahre 1954 erschien.

Von den jüngsten Bearbeitern seien folgende angeführt: M Ü L L E R - M I N Y (1958), er brachte eine geomorphologische Monographie über die Insel Kephallinia heraus, wobei H A G N die Gesteinsproben bearbeitete und die Ergebnisse 1958 veröffentlichte; D R O O G E R (1958) lieferte eine kritische Stellungnahme.

Die B R I T I S H P E T R O L E U M C O . L T D . (1963) veröffentlichte eine geologische Karte der Mittleren Ionischen Inseln (1 : 100 000). Teilkartierungen der Insel Kephallinia (1 : 25 000) wurden im Rahmen von Diplomarbeiten durchgeführt (BERGMANN, 1965 Ms.); BRAUNE, 1965 Ms., DREMEL, 1965 Ms., HUG, 1965 Ms.); sie weichen bezüglich der stratigraphischen Eintragungen von der BP-Karte ab.

Neben der in tektonischer Hinsicht wertvollen BP-Karte sind die Erkenntnisse von A U B O U I N (1957) für die Tektonik Griechenlands fundamental; er redigierte zusammen mit D E R C O U R T (1964) die von RENZ

eingeführten faziellen und tektonischen Hauptzonen Griechenlands.

In einer Gemeinschaftsarbeit griechischer und französischer Geologen (I. G. R. S. et al., 1966) wurde die Geologie des Epirus und Teile der Ionischen Inseln dargestellt.

B I Z O N (1967) gliederte anhand von pelagischen Foraminiferen Biozonen vom Paläogen bis zum Pliozän im Raum der Ionischen Inseln und Westgriechenlands aus.

M A R A G O U D A K I S (1967) ist der letzte Bearbeiter der pliozänen Sedimente Korfu.

H O R S T M A N N (1967) kartierte den Südtteil der Insel Zakynthos.

D R E M E L (1970) schuf die erste Biostratigraphie des Miozäns der Insel Kephallinia mit Hilfe von planktonischen Foraminiferen, HUG (1969) gliederte gleichermaßen das Pliozän von Kephallinia und U L I C Z N Y (1969) klärte die palökologischen Verhältnisse des Pliozäns von Kephallinia anhand von Ostracoden.

M I R K O U - P E R I P O P O U L O U (1974) veröffentlichte eine Arbeit über die Geologie des Nordteils der Insel Zakynthos, das Ergänzungswerk zu HORSTMANN.

DE MULDER (1975) brachte eine zusammenfassende Arbeit über die Stratigraphie und Tektonik der Ionischen Inseln vom Oligozän bis zum Miozän heraus.

## 2. Zur Geographie und Geologie der Ionischen Inseln

Die Ionischen Inseln erstrecken sich zwischen dem 37. und 38. Grad nördlicher Breite und um den 20. Grad östlicher Länge, der Westseite des griechischen Festlandes vorgelagert. Sie bestehen aus sieben Inseln: Korfu, Paxsos, Lefkas, Kephallinia und Zakynthos sowie den Strophades, wovon Kephallinia mit  $130 \text{ km}^2$  die größte ist, gefolgt von Korfu mit  $229 \text{ km}^2$  und Zakynthos mit  $157 \text{ km}^2$ .

Morphologisch betrachtet, lassen die einzelnen Inseln keine einheitliche Gliederung erkennen, sondern sie weisen sehr heterogene Züge auf.

Ihrer Lage entsprechend besitzen die Ionischen Inseln ein typisch mediterranes Klima mit trockenen, warmen Sommern und feuchten, milden Wintern. Abgesehen von der generellen klimatischen Linie bestehen jedoch regionale Unterschiede; so erhält beispielsweise Korfu neben Zakynthos die meisten Niederschläge, während

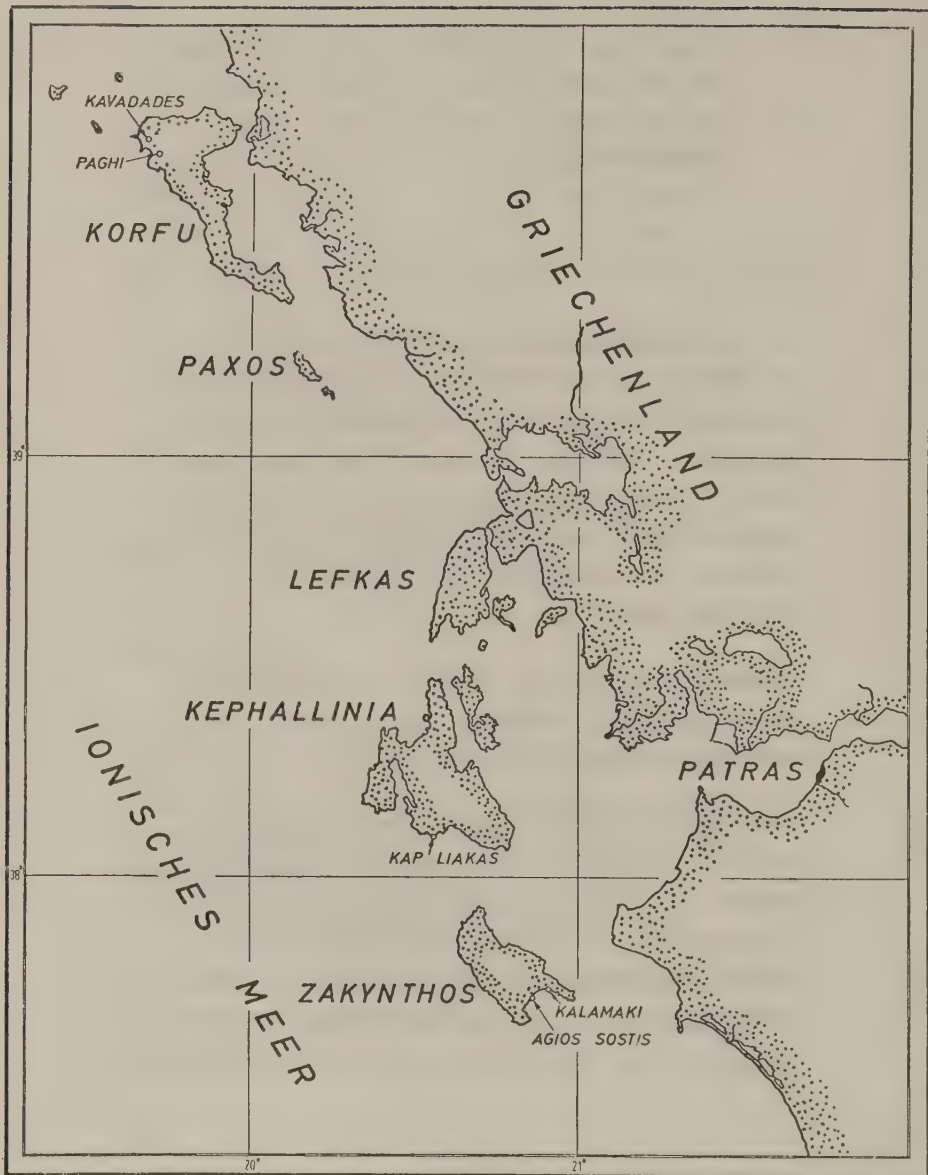


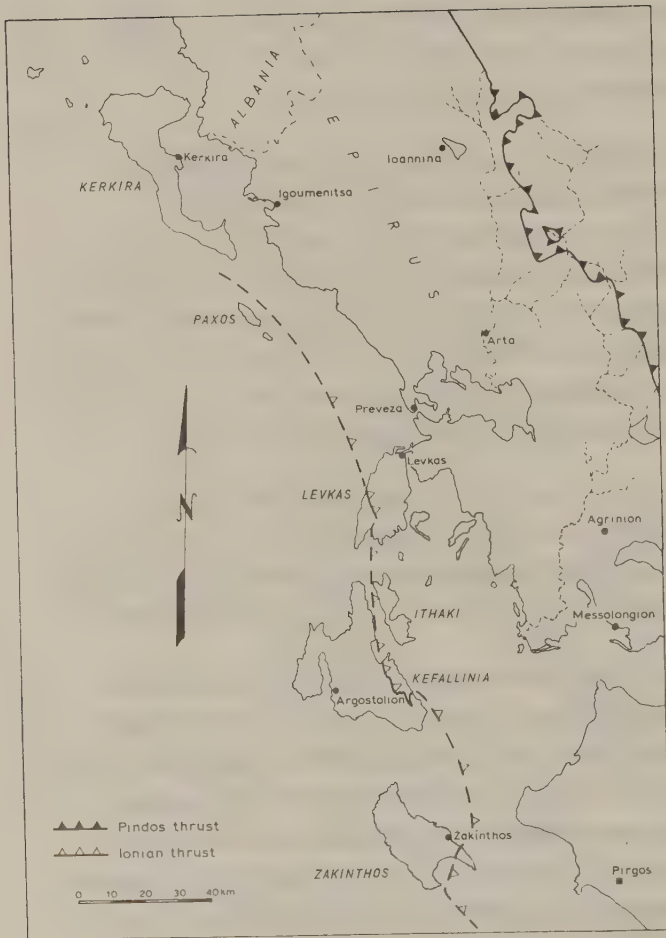
Abb.: 1 Geographische Übersicht über das Arbeitsgebiet

Kephallinia die wasserärmste der großen Ionischen Inseln ist. Dementsprechend führen auch auf Korfu die größten Flüsse das ganze Jahr hindurch Wasser, während auf den südlicheren Inseln die Gewässer in den Sommermonaten austrocknen.

Die natürliche Vegetation weist neben der für den mediterranen Raum charakteristischen Macchie (Frigana-Gesträuch, Wolfsmilchstauden und Kugelbüsche) lokale Besonderheiten auf: So findet sich auf Kephallinia im Aenos-Gebirge ein zusammenhängender Nadelwald, während auf Korfu nur vereinzelt gemischter Laubwald auftritt und auf Zakynthos nur im Gebiet des Brachionas 'Oros Aleppokiefern existieren.

Die Geologie der Ionischen Inseln ist durch zwei Hauptfazieszonen gekennzeichnet: zum einen die Paxos-Zone, zum anderen die Adriatisch-Ionische Zone (RENZ, 1955, AUBOUIN, 1962, DERCOURT, 1964).

Die Paxos-Zone entspricht einer neritischen Fazies, ihre Sedimente entstammen einer Vortiefe zur Apulischen Tafel. Die Adriatisch-Ionische Zone charakterisiert ein tiefes, voll marines Milieu. Sie spiegelt den mesozoischen Sedimentationsraum des Ionischen Meeres als Tellmeer der Tethys wider. Die Sedimente beider Fazieszonen werden sowohl im Mesozoikum als



**Abb. : 2 Die Hauptfaltungsrichtungen der Ionischen Inseln (nach BIZON, 1967)**

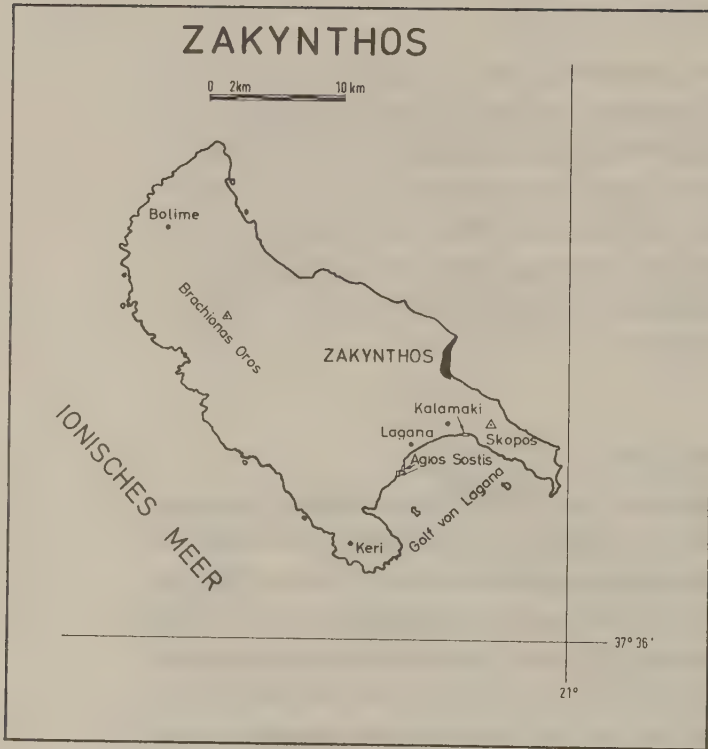
auch im Känozoikum tektonisch beansprucht. Die Grenze der beiden Zonen verläuft gemäß den Hauptfaltungsrichtungen in NW-SE-Richtung (BIZON, 1967, s. Abb. 2).

Auf die Paxos-Zone entfallen die meisten Gebiete der Ionischen Inseln; und zwar bis auf das Gebiet des Skopos im Südosten die Insel Zakynthos, die Insel Kephallinia ebenfalls bis auf ihre südöstlichen Gebiete (Avgos, Kokkini Rachi, Atros und Pierovouni). Der Adriatischen-Ionischen Zone gehören die Insel Korfu sowie die südöstlichen Gebiete von Zakynthos und Kephallinia an.

## 2.1 Zakynthos

Zakynthos, die südlichste der größeren Ionischen Inseln, läßt sich geomorphologisch betrachtet in drei Einheiten gliedern: die bis zu einer Höhe von 756 m ü. NN ansteigende Gebirgszone des Westens, die zentrale Ebene und das flachwellige Hügelland im Osten mit dem höchsten Punkt von 492 m ü. NN. Die Umrisse der Insel sind gekennzeichnet durch eine zerrissene Steilküste mit vorgelagerten Klippen im Westen und flachen Buchten im Nordosten, Süden und Osten bei der Hauptstadt Zakynthos.

Der von Norden nach Süden an Breite verlierende Gebirgszug



**Abb. : 3 Geographische Übersicht über die Insel Zakynthos sowie Lage der Profile**

nimmt zwei Drittel der Insel ein. Seine Landschaft ist gekennzeichnet durch die für die karbonatischen Ablagerungen der Ionischen Inseln typischen Karsterscheinungen: Karren, Schratzen, Dolinen, Polien und Karstwannen. Dem nördlichen, terrassierten Kalkplateau des Brachionas 'Oros folgt der stark verkarstete Mittelteil mit der höchsten Erhebung 756 m ü. NN. Die Südspitze ist durch einen Erosionsknick abgesetzt und so zerfurcht, daß es nicht mehr zur Ausbildung großer Karstwannen kommen konnte. Die höchste Erhebung liegt bei 442 m ü. NN südlich des Dorfes Keri. Die zweite geomorphologische Einheit von Zakynthos, die zentrale Ebene, beginnt schmal und dreiecksförmig im Norden bei der Alikanas-Bucht und endet breit in den 8 km weiten Golf von Lagana. Sie bildet keine starre, flache Tafel, sondern gliedert sich in Schwellen und interne kleine Becken.

Die dritte Einheit, das östliche Hügelland, wird durch eine Erosionsrinne in einen nördlichen und einen südlichen Teil gegliedert. Dieser Einschnitt erweitert sich von der zentralen Ebene aus zu einem Schwemmkegel und bildet die geomorphologische Grundlage für die Hauptstadt Zakynthos. Die überwiegend neogenen

Sedimente prägen die ausgeglichene Morphologie der östlichen Hügellandschaft mit der höchsten Erhebung, dem Skopos mit 492 m ü. NN.

Zakynthos erhält neben Korfu die meisten Niederschläge, sodaß die Niederungen immer genügend Wasser aufweisen. Allgemein trocknen im Sommer die Oberflächengewässer aus.

Die Geologie von Zakynthos ist gekennzeichnet durch eine Antiklinale, die in NW - SE-Richtung streicht und deren Schenkel nach NE bzw. SW fallen. Die stratigraphischen Einheiten der Antiklinale erstrecken sich von der oberen Kreide über das Paläogen bis ins Neogen und Quartär. Die einzelnen stratigraphischen Einheiten gliedern sich wie folgt:

Die ältesten Schichtglieder gehören dem Santon an. Es handelt sich um Kreidekalke, Riffschuttkalke und Rudistenkalke. Das Campan und Maastricht schließt mit Riff- und Riffschuttkalken an, die *Orbitoides medius* sowie *Orbitoides apiculatus* (MIRKOU - PERIPOPOULOU, 1974, S. 94) enthalten. Das obere Paleozän und Eozän wird durch Kalke einer neritischen Fazies mit planktonischen Foraminiferen repräsentiert. Das Oberoligozän folgt mit einer Wechsellagerung von Mergeln und Kalken, die *Lepidocyclinen*, *Nummuliten*, *Miogypsinen*

sowie planktonische Foraminiferen enthalten. Das Miozän zeichnet sich durch Mergel und Kalkarenite mit reichhaltiger Foraminiferenfauna aus. Die Stratigraphie erfolgt anhand von planktonischen Biozonen. Das Pliozän besteht aus einer Wechselfolge von Mergeln, Kalkmergeln und Kalkareniten, ihre stratigraphische Gliederung wird mit Hilfe von planktonischen Biozonen durchgeführt. Das Quartär schließt mit neritischen, *Halinea balthica* enthaltenden Kalken die Schichtfolge der Paxos-Zone auf Zakynthos ab.

An der Wende Kreide/Paleozän trat die Paxos-Zone in eine instabile Phase. Das transgressive Eozän und die Vielfalt der Eozänsedimente implizierten tektonische Aktivität. Gebiete der Paxos-Zone begannen sich langsam bis zum Oligozän zu heben. Die Folge war eine Transgression im Aquitan. Schließlich kam es im Burdigal zum Höhepunkt der Faltung (Savische Phase) der Adriatisch-Ionischen Zone; verbunden damit war eine zweite miozäne Transgression. Die Antiklinale des Brachionas 'Oros, die die Tektonik der Insel prägt, wurde im Laufe des Obermiozäns (L. G. R. S. et al., 1966) gehoben. Im Pliozän kam es zur Aufschiebung von Randgebieten der Adriatisch-Ionischen Zone auf die Paxos-Zone, wobei die miozänen Sedimente des Arbeitsgebietes stell gestellt wurden (HORSTMANN, 1967, S. 61).

## KEPHALLINIA

0 2 4 6 8 10km

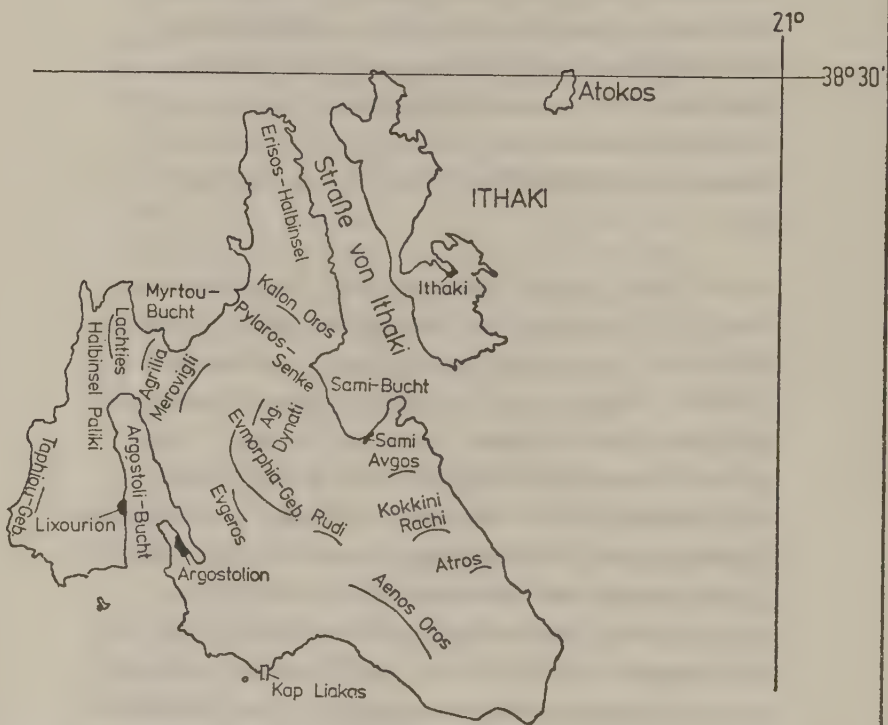


Abb. : 4 Geographische Übersicht über die Insel  
Kephallinia sowie Lage des Profils

## 2.2 Kephallinia

Kephallinia, die größte der Ionischen Inseln, nimmt im Vergleich zu Zakynthos und Korfu eine geographische Mittellage im südlichen Bereich der Inselgruppe ein. Sie läßt sich geomorphologisch nur schwer gliedern. Kephallinia weist zwei Einheiten von Gebirgszügen auf: zum einen den in NW - SE-Richtung verlaufenden Zug des Aenos mit der höchsten Erhebung im Gipfel des Mega-Soros 1628 m ü. NN sowie den in östlicher Richtung dem Aenos vorgelagerten Gebirgszügen des Atros, Kokkini-Rachi und Avgos, zum anderen die in NE - SE-Richtung streichenden Gebirgszüge im Norden, der Ag. Dynati, Merovigli, Agrilia und Lachties mit der Halbinsel Paliki. Im Zentrum der Insel vereinigen sich die beiden Richtungen in Form des Evmorphia-Gebirges bogenförmig. Den äußersten Norden bildet die flache, durch die Pylaros-Senke und das Kalon-Gebirge abgesetzte Halbinsel Evros.

Zwischen den Hauptgebirgszügen greifen vier Buchten in das Land: im Osten die Bucht von Sami, im Nordwesten der Golf von Myrtou, im Süden die Bucht von Agostoli, im Südosten der Golf von Iourdata. Auf Kephallinia herrscht Steilküste vor, flache Küstenbereiche lassen

sich dort finden, wo Erosionsrinnen ins Meer münden oder Schwemmlandschaften sowie Neogen-sedimente die Küste bilden.

Wie in Zakynthos werden die Gebirgsregionen von Karsterscheinungen geprägt. Das bekannteste Karstphänomen der Ionischen Inseln sind die Meermühlen der Halbinsel Argostoli. MAURIN + ZÖTL (1963) stellten fest, daß am Nordende der Halbinsel Meerwasser in das verkarstete Gestein hineinfließt, einem pleistozänen Entwässerungssystem folgt und an der Ostküste von Kephallinia bei Sami wieder zu Tage tritt.

Abgesehen von einzelnen kleinen Bächen führen alle Oberflächengewässer nur im Winter Wasser. Kephallinia ist die wasserärmste der großen Ionischen Inseln.

Die Geologie von Kephallinia wird durch die Schichtglieder der Adriatisch-Ionischen Zone und der Paxos-Zone bestimmt. Auf die Adriatisch-Ionische Zone entfallen Sedimente der oberen Trias sowie des Jura. Es handelt sich um folgende stratigraphische Einheiten:

Von der Obertrias bis zum mittleren Lias erstrecken sich die Pantokratorkalke. Im oberen Lias schließen sich die roten und grünen Kalke des "Ammonitico rosso" (RENZ, 1935) an.

Der Dogger wird durch oolithische Kalke repräsentiert, in seinen höheren Partien treten Posidonienhornsteine auf (RENN, 1955, S. 80).

Vom oberen Jura bis zur unteren Kreide folgen die Plattenkalke und Hornsteinlagen der Viglaeschichten. Sie werden durch Rudistenkalke und Rudistenbrekzien der oberen Kreide abgelöst. Nach BRAUNE (1965, Ms.) endet mit den Schichtgliedern der oberen Kreide die Adriatisch-Ionische Zone.

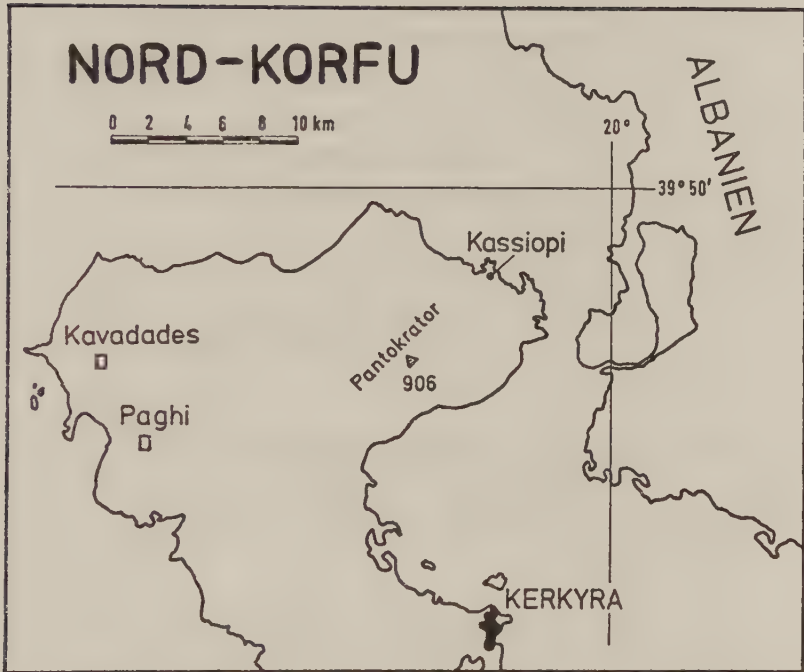
Die ältesten Sedimente der Paxos-Zone von Kephallinia gehören dem Barrême an (BERGMANN, 1965, Ms.). Es handelt sich um Plattenkalke. Das Apt und Alb schließt sich mit Dolomiten an. Das Cenoman stellt mit seinen Kalken den Übergang zu den mächtigen Oberkreidesedimenten her. Die faziell sehr verschieden ausgebildeten Kalke der Oberkreide werden als Hippuritenkalke zusammengefaßt und dem Turon bis Maastricht zugeordnet (ULICZNY, 1969, S. 4).

Vom Paleozän ist das Eozän mit Alveolinen-, Nummuliten-, Discocyclinenkalken sowie pelitischen Globorotalienkalken vertreten. Nach DREMEL (1968, S. 5) konnte das Obereozän und das Oligozän

auf Kephallinia nicht nachgewiesen werden. Das Miozän schließt diskordant mit einer Wechselfolge von Kalken, Mergeln und Konglomeraten an die eozänen Schichtglieder an. Die Stratigraphie mit Hilfe von planktonischen Foraminiferen ergab für das Miozän von Kephallinia eine lückenlose Folge vom Aquitan bis zum Messin (DREMEL, 1968). Das Pliozän folgt mit einer Gesteinsserie von Mergeln und Kalkareniten mit einer Foraminiferengemeinschaft, die auf ein neritisches Milieu schließen lassen (HUG, 1969). Die tektonischen und paläogeographischen Verhältnisse ähneln ihrem Pendant auf Zakynthos. Wie in Zakynthos sind die Schichtglieder der faziellen Hauptzonen tektonisch beansprucht. Entsprechend der Aufschiebung des Skopos von Zakynthos sind die Gebiete der Adriatisch-Ionischen Zone von Kephallinia auf die Paxos-Zone aufgeschoben. (DREMEL, 1968, S. 4). Somit handelt es sich bei den Gesteinen am Südost-Rand der Insel um allochthone Sedimente, während die NNW-SSE-streichenden Schichtglieder der Paxos-Zone autochthon sind.

### 2.3 Korfu

Korfu, die zweitgrößte der Ionischen Inseln, liegt am



**Abb. : 5 Geographische Übersicht über die Insel  
Korfu sowie Lage der Profile**

weitesten im Norden. Morphologisch auffallend ist ihre langgestreckte, bogenförmige Gestalt: Die Nord-Süd-Erstreckung beträgt 62 km, während sich die größte Breite der Insel im Norden auf 28 km beläuft. Im Norden dominiert das aus mesozoischen Kalken bestehende Pantokrator-Massiv mit der höchsten Erhebung, dem Pantokrator-Gipfel 906 m ü. NN. Den Süden der Insel beherrscht das ebenfalls mesozoische mittelkorfiotische Gebirge mit den höchsten Punkten Hagi und Dekka 576 m ü. NN sowie das korfiotische Tertiärhügelland. Auf Korfu stehen sich zwei Küstenformen gegenüber: Steilküste im Westen und buchtenreiche Flachküste im Osten.

Im Gegensatz zu den südlicheren Ionischen Inseln gibt es auf Korfu größere Flüsse (Mesongi und Potamos), die ganzjährig Wasser führen und große Schwemmebenen aufschütten.

Die Geologie von Korfu wird von den Schichtgliedern der Adriatisch-Ionischen Zone bestimmt (I. G. R. S. et al., 1966). Die stratigraphische Erstreckung der Sedimente reicht von der Trias über die untere Kreide, das Paleozän, Eozän, Oligozän bis zum Neogen. Die stratigraphischen Einheiten gliedern sich wie folgt:

Die ältesten Ablagerungen der Adriatisch-Ionischen Zone auf Korfu gehören der **T r i a s** an. Es handelt sich um Evaporite und ihre Begleitsedimente: Kalkbrekzien sowie die, von RENZ (1955) eingeführten, Foustapidima-Kalke mit *Cardita guembell* PICHLER aus dem Karn. Auf die **O b e r t r i a s** bis **m i t t l e r e n L i a s** entfallen die Dolomite des Nors und die Pantokrator-Kalke mit ihren charakteristischen Algen: *Palaeodasycladus mediterraneus* und *Thaumatoporella parvovesiculifera*; außerdem die Kalke von Sinia mit Radiolariten und Hornsteinlagen. Diese Kalkserie baut das Pantokrator-Massiv auf (I. G. R. S. et al., 1966). Der **o b e r e L i a s** ist mit den roten und grünen Kalken des "Ammonitico rosso" vertreten. Ihm folgen die Posidonienschiefer des **D o g g e r s** (RENZ, 1955). Die Schichtglieder der Viglaeskalke reichen vom **o b e r e n J u r a** bis in die **u n t e r e K r e i d e** (RENZ, 1955), sie verkörpern eine pelagische Fazies und enthalten Radiolarite sowie Hornsteine. Eine kalkige Mikrobrekzie mit Rudistenbruchstücken bildet das Endglied der Mesozoischen Schichtfolge auf Korfu, sie wird der **o b e r e n K r e i d e** zugeordnet.

Das Paläogen besteht einmal aus Kalken des **E o z ä n s**

mit Orbitoiden, Nummuliten sowie Discocyclinen, zum anderen aus detritischen Sedimenten des Obereozän als Folge der Faltung der Kerngebiete der Adriatisch-Ionischen Zone, außerdem aus den ebenfalls detritischen Sedimenten des Neogens.

Im Anschluß an die Hauptfaltung des Pindos haben sich verschiedene Tertiärbecken gebildet, deren Sedimente diskordant auf den mesozoischen bzw. alttertiären Kalkserien liegen. Im Unterschied zur Paxos-Zone findet sich selbst in der externen Adriatisch-Ionischen Zone auf Korfu Flysch aus dem Obereozän und Oligozän. Die neogenen Sedimente sind vorwiegend marinen Ursprungs, besonders die Ablagerungen des Pliozän, die den größten Anteil des Neogens von Korfu ausmachen, weisen eine reichhaltige Foraminiferenfauna auf (MARAGOUidakis, 1967).

Die Tektonik von Korfu ist durch zwei Einheiten bestimmt: eine antiklinale Zone im Osten und eine synklinale Zone im Westen mit einzelnen Tertiärbecken. Abgesehen von einer tektonischen Phase im Mesozoikum, die zur Hebung von Schwellen im Bereich der Adriatisch-

Ionischen Zone im oberen Lias führte, erfolgte die für den geologischen Bau Griechenlands entscheidende Faltung des Pindos im Obereozän/Oligozän. Die Orogenese fand ihren Höhepunkt im Burdigal. Danach gleichen sich die Faziesräume der Adriatisch-Ionischen Zone und der Paxos-Zone an (HORSTMANN, 1967). Im Miozän und Pliozän gelten für beide Fazieszonen die gleichen paläogeographischen Verhältnisse.

### 3. Die Lithologie des Obermiozäns und Unterpliozäns der Ionischen Inseln

Das Obermiozän und Unterpliozän tritt, was die Inseln Zakynthos und Kephallinia angeht, im Bereich der Paxos-Zone auf. Die gleichaltrigen Ablagerungen auf Korfu werden der Adriatisch-Ionischen Zone zugeordnet.

Aus der geologischen Übersicht geht hervor, daß die neogenen Sedimente weite Gebiete der Ionischen Inseln bedecken. Neben Korfu und Kephallinia sind besonders auf Zakynthos das Miozän und Pliozän weit verbreitet und gut ausgebildet.

#### 3.1 Zakynthos

In Zakynthos bestehen die zentrale Ebene und das

Hügelland im Osten der Insel aus miozänen sowie pliozänen Sedimenten. Das Obermiozän und Unterpliozän ist nur im Süden der Insel aufgeschlossen (HORSTMANN, 1967). So finden sich entlang der Bucht von Lagana am Südrand der zentralen Ebene zahlreiche gute Aufschlüsse von obermiozänen sowie unterpliozänen Sedimenten. Weitere Aufschlüsse obermiozäner Ablagerungen befinden sich im Hang der Zitadelle der Stadt Zakynthos sowie auf der E-Seite des Skopos. Diese Aufschlüsse eignen sich jedoch wegen Hangrutschungen und tektonischen Störungen für biostratigraphische Untersuchungen nicht. Von den zahlreichen Sedimentausbissen entlang der Bucht von Lagana im Abschnitt Kalamaki - Hafen von Keri bieten sich zwei Profile wegen ihrer lithologischen Vollständigkeit an; südöstlich des Dorfes Kalamaki und westlich der Kapinsel von Agios Sostis (s. Abb. : 3).

#### 1. Profil: Kalamaki (s. Abb. : 6 u. 20)

Der 30 m hohe und 200 m breite Aufschluß von Kalamaki bildet die Küstenlinie. Die steilgestellten, mit  $75^{\circ}/68^{\circ}$  nach NE einfallenden Schichten werden von der Brandung erodiert und sind daher gut aufgeschlossen. Die Sedimente des Profils lassen sich in drei lithologische Einheiten gliedern:

Die liegende Sedimentfolge (Profilmeter: 0 - 60, Probe Nr. : 1 - 11) besteht aus Mergeln mit arenitischen Zwischenlagen im m-Bereich. Die Mergel sind von wechselnder Farbe: gelbbraun, olivgrün und graublau. Sie enthalten Hartbänke. Ihr Karbonatgehalt nimmt im Hangenden (Probe Nr. : 6 - 11) zu. In diesem Bereich treten Kalkkonkretionen auf. Im Liegenden finden sich bituminöse Lagen im cm-Bereich (Probe Nr. : 1 - 3). Darüber hinaus durchziehen die Mergel sporadisch Gips-schichten im mm-Bereich. Bei den Areniten handelt es sich um Kalkarenite mit wechselnder Quarz- und Feldspatführung.

Die mittlere Gesteinsfolge des Profils (Profilmeter: 60 - 165, Probe Nr. : 11 - 24) stellt einen Wechsel von Evaporiten und Mergeln dar. Diese Wechselfolge läßt sich sedimentpetrographisch in sechs Evaporationszyklen einteilen; jeder Zyklus beginnt mit laminierten Gips- und Mergelzwischenlagen im mm-Bereich und geht in reine Gips-schichten über. Innerhalb der bis zu fünfzehn Meter mächtigen Gips-lagen konnten verschiedene Ausbildungen von Gips beobachtet werden: Neben Knollengips fiel besonders selenitischer Gips auf. Die bis zu 20 cm großen Selenitkristalle zeigten die, von den sizilianischen Gipsen bekannte, strahlige Anordnung ("Cavoli-Struktur", RICHTER - BERNBURG, 1973).

Die Gipspakete werden vereinzelt (Profilmeter: 80, 90, 130) von Gipskonglomeraten durchzogen. Die Gipsgerölle sind schlecht gerundet. Was ihre Größe anbelangt, so gehören sie in den Bereich des Mittelkieses. Die Matrix der Gipskonglomerate besteht aus Gips und Mergel.

Die Mergel zwischen den Evaporiten unterscheiden sich nicht von Ihren Äquivalenten in der Liegend-Serie, sie enthalten Gipsschichten im mm-Bereich. Die dritte, hangende Profilpartie (Profilmeter: 165 - 180, Probe Nr. : 25 - 29 bilden Kalkmergel und Mergel. Die weißen Kalkmergel können als Kalklutit bezeichnet werden. Sie markieren sediment-petrographisch eine deutliche Grenze gegenüber den liegenden Profilabschnitten. Die hellen Kalkmergel gehen in gelbliche Mergel über.

Die gesamte Schichtfolge des Profils Kalamaki ist lückenlos und ungestört.

## 2. Profil: Agios Sostis (s. Abb. : 6 u. 21)

Westlich der Kapinsel von Agios Sostis erstreckt sich auf eine Länge von 500 m und eine Höhe von 20 m eine teilweise gut aufgeschlossene obermiozäne Sedimentfolge. Leider werden die Schichten von einem Bachbett geschnitten und einem Schuttkegel verdeckt, sodaß

zwei Hälften der Sedimentfolge zu Tage treten:  
 Agios Sostis I liegt westlich des Einschnittes,  
 Agios Sostis II östlich davon.

Die Schichten des Profils Agios Sostis I bestehen aus blaugrauen Mergeln (Profilmeter: 0 - 55), sie sind im Liegenden teils als Hartmergel ausgebildet und weisen arenitische Zwischenlagen auf.

Im Anschluß an die Mergel folgen Evaporite (Profilmeter: 55 - 65). Es handelt sich um eine zehn Meter mächtige Schicht von kristallinem Gips mit einer konglomeratischen Zwischenlage gleicher Ausbildung wie in Kalamaki.

Mergellagen schließen das Profil ab. Die Sedimente des gesamten Profils Agios Sostis I sind tektonisch stark beansprucht. Die Mergelschichten zeigen Falten, Verwerfungen und im Kontakt zum Gips Schleppungsstrukturen.

Die Gesteinsfolge des Profils Agios Sostis II besteht im Liegenden (Profilmeter: 0 - 65, Proben Nr.: 50 - 85) aus blaugrauen Mergeln mit arenitischen Zwischenlagen im m-Bereich. Die Mergel weisen im Hangenden helle, an Diatomeen reiche Partien auf und können als Diatomit bezeichnet werden. Die Aufeinanderfolge von Arenit, Mergel und Diatomit, wie sie im Profil zu beobachten ist, wurde unter dem Begriff

"Tripoli" durch die gleichhaltigen sizilianischen Sedimente bekannt (MOTTURA, 1871, PERRODON, 1957).

Wie in Kalamaki handelt es sich bei den Areniten um Kalkarenite.

Die an die Liegend-Serie anschließenden Evaporite (Profilmeter: 65 - 80) beginnen mit laminierten Gips- und Mergellagen. Die feinschichtigen Gipslagen mit mikroskopisch dünnen Mergelzwichenschichten, die als "Balatino" bezeichnet werden können (NESTEROFF, 1973), sind hier besonders deutlich ausgeprägt. Auf den "Balatino" folgt kristalliner Gips. In der über zehn Meter mächtigen Gipsschicht konnten Selenite gefunden werden. Den Abschluß des Evaporationszyklus bilden Gipskonglomerate.

Im Hangenden des Profils Agios Sostis II (Profilmeter: 97 - 100) erscheinen die weißen Kalkmergel gleicher Ausbildung wie in Kalamaki.

Die lithologische Unvollständigkeit von Agios Sostis I und die tektonische Struktur sprechen dafür, daß die Sedimentfolge von Agios Sostis I bei der Stellstellung im Zuge der pliozänen Faltung aus dem Gesteinsverband mit Agios Sostis II abgeschert worden ist.

### 3.2 Kephallinia

Das Miozän von Kephallinia ist in den Synklinalen zu finden,

die während der Aquitantransgression epirogenetisch vorgeprägt waren; Dazu gehören die Gebiete der Pylaros-Senke (s. Abb. : 4) und der Region Ankona im Norden der Insel (DREMEL, 1968, S. 8), außerdem die Küstenregion des Avithos und die Küstenregion bei Kap Liakas (BRAUNE et al., 1973) sowie die Neogen-Mulde des Tzannata-Beckens (DREMEL, 1968). Das Obermiozän und Unterpliozän ist neben dem Gebiet des Tzannata-Beckens entlang der Küste nordwestlich von Kap Liakas gut abgeschlossen:

Profil: Kap Liakas (s. Abb. : 7 u. 22)

Die 220 m mächtige Sedimentfolge beginnt mit einer Störung. Die Schichten sind wie auf Zakynthos steil gestellt. Lithologisch lassen sich folgende Einheiten erkennen:

Die liegenden Partien des Profils (Profilmeter: 0 - 150, Proben Nr. : 1100 - 1059) bestehen aus einem Wechsel von Mergeln mit Kalk- und Arenitlagen sowie Konglomeratschichten. Die Mergel dominieren über das gesamte Profil, ihre Farbe wechselt von olivgrün über blaugrau nach braun, ihr Karbonatgehalt kann bis zu 80 % anwachsen (BRAUNE et al., 1973). Außerdem werden die Mergel von mm-mächtigen Gipslagen vereinzelt durchzogen.

Bei den im mm- und cm-Bereich auftretenden Kalklagen handelt es sich um Kalklutite von wechselnder Härte.

Die Arenite sind Kalkarenite mit unterschiedlichen Quarz- und Feldspatanteilen.

Die Konglomeratbänke bilden 17% (BRAUNE et al., 1973) des Gesamtprofils, ihre Mächtigkeit erstreckt sich vom cm-Bereich bis in den m-Bereich. Sie setzen sich einerseits aus Kalkgeröllen, andererseits aus Gipsgeröllen zusammen. Die Kalkgerölle stammen aus dem Einzugsgebiet, ihr Alter reicht von der Kreide bis ins Miozän. Der Rundungsgrad der Gerölle ist unterschiedlich, die Geröllgröße beläuft sich auf maximal einige Kubikmeter (BRAUNE et al., 1973). Die Matrix der Konglomerate besteht aus Kalklutit und Kalkarenit.

Die Liegend-Serie wird von bituminösen Zwischenlagen durchsetzt, vereinzelt treten auch Linsen und Lagen von Kohle auf.

Die mittlere Sedimentfolge des Profils (Profilmeter: 150 - 200) besteht aus zwei Evaporitzyklen. Jeder Zyklus setzt sich aus einer Folge von "Balatino", Gips, Gipskonglomeraten und Kalk zusammen. Die Evaporite zeigen die gleiche Ausbildung wie in Zakynthos.

Den Abschluß des Profils (Frofilmeter: 200 - 200, Probe Nr. : 1071 - 1074) bildet eine Serie von Kalkmergeln, Mergeln und Kalkareniten. Die weißen Kalkmergel markieren wie in Zakynthos eine deutliche sedimentpetrographische Grenze gegenüber der liegenden Evaporit-Serie.

Die Schichten des gesamten Profils sind lückenlos und ungestört.

### 3.3 Korfu

Die Aquitan-Transgression folgte auch auf Korfu epirogenetisch vorgezeichneten Synklinalen; dementsprechend finden sich miozäne Sedimente einmal im Tertiär-Becken des Nordwestens der Insel, zum anderen in den Tertiär-Becken des Südens. Neben den zahlreichen Obermiozänvorkommen im Süden (MARAGOUDAKIS, 1967) sind gute Aufschlüsse obermiozäner Sedimente im Nordwesten zu finden: bei dem Dorf Paghi und westlich des Dorfes Kavadades.

#### 1. Profil: Paghi (s. Abb. : 8 u. 23)

Die Sedimente des 60 m mächtigen Teilprofils lassen vier der insgesamt von HEIMANN et al. (1975) beobachteten sieben Evaporationszyklen erkennen. Jeder

Zyklus beginnt mit Areniten, Mergeln und Diatomiten ("Tripoli") und geht in "Balatino" und schließlich in Gipsschichten über. Die Ausbildung der einzelnen Sedimentpetrographischen Einheiten ist die gleiche wie auf Zakynthos und Kephallinia.

## 2. Profil: Kavadades (s. Abb.: 8 u. 24)

Die Sedimentfolge von Kavadades läßt nur eine Evaporationsphase erkennen. Es findet sich nur eine geringmächtige Gipslage (Profilmeter: 3 - 6, Probe Nr.: 17). Sonst dominieren im Profil Mergel (Probe Nr.: 2 - 29), die im Hangenden in Kalkarenite übergehen (Probe Nr.: 37 - 41). Die Ausbildung der Gesteine entspricht ihren Äquivalenten auf Zakynthos und Kephallinia.

#### 4. Die Stratigraphie des Obermiozäns und Unterpliozäns im Mittelmeerraum

Die Biostratigraphie des jüngeren Neogens anhand von pelagischen Foraminiferen ist weltweit entwickelt; BOLLI (1957) erstellte für das Neogen des karibischen Raumes die ersten pelagischen Biozonen; BANNER + BLOW (1965) schufen Standard-Zonen (N1 - N23), die für die Biostratigraphie mit Hilfe von pelagischen Foraminiferen richtungsweisend waren und die auch in der vorliegenden Arbeit als Bezugsbasis gewählt wurden.

Was die Stratigraphie des Neogens des Mittelmeerraumes anbelangt, so waren die im Rahmen des "Deep Sea Drilling Project" erzielten Ergebnisse (CITA 1973) fundamental. BERGGREN + VAN COUVERING (1974) fassten die bisherigen stratigraphischen Kenntnisse des jüngeren Neogens zusammen. Für das Obermiozän und Unterpliozän der Ionischen Inseln gibt es keine zusammenfassende biostratigraphische Veröffentlichung. Neben biostratigraphischen Hinweisen für das jüngere Neogen der Inseln Korfu und Lefkas sowie Kephallinia in den Arbeiten von BIZON (1967), BIZON + BIZON (1972) erstellte DREMEL (1968) für das Miozän von Kephallinia die ersten pelagischen Biozonen.

Neben den planktonischen Foraminiferen haben sich auch die benthonischen Foraminiferen für die Biostratigraphie als ge-

eignet erwiesen (MEULENKAMP, 1969). Demnach soll in der vorliegenden Arbeit versucht werden, eine biostratigraphische Übersicht über das Obermiozän und Unterpliozän der Ionischen Inseln mittels der planktonischen und benthonischen Foraminiferen zu erstellen.

Zur stratigraphischen Auswertung wurden im Bereich der fünf vorliegenden Profile ca. 150 Proben untersucht; was die planktonischen Foraminiferen angeht, so wurden die im Rahmen der ökologischen Problemstellung für den Pelagos-Index benötigten Exemplare bestimmt, was die benthonischen Foraminiferen betrifft, so wurden ebenfalls die für die Palökologie notwendigen Bestimmungsergebnisse (vergl. Abb. : 10 - 13) nach stratigraphischen Gesichtspunkten ausgewertet.

#### 4.1 Planktonische Foraminiferen

Bei der mikroskopischen Untersuchung der planktonischen Foraminiferen in den obermiozänen Sedimenten der Ionischen Inseln ließen sich verschiedene Biozonen ausgliedern. Zur genauen Beschreibung der einzelnen Biozonen seien vorweg folgende grundlegende Begriffe definiert (BERGGREN + VAN COUVERING, 1974, S. 5):

- a) Intervall - Zone
- b) Acme - Zone
- c) Phylozone

- a) Unter Intervall - Zone ist der Zeitraum zwischen zwei bestimmten stratigraphischen Horizonten zu verstehen, der in sich keine festgelegte Ausdehnung besitzt. Die Intervall - Zone wird markiert durch das Auftreten einer Index-Art und begrenzt durch das Auftreten einer anderen (Entry-to-Entry, ZACHARIASSE, 1975, S. 29).
- b) Die Acme - Zone ist definiert durch die überdurchschnittliche Häufigkeit (5 - 10%) einer Art oder Gattung (CITA, 1973).
- c) Die Phylozone (Lineage - Zone, BERGGREN, 1971) verkörpert die evolutionäre Richtung oder den phylogenetischen Trend einer Art, wobei bestimmte morphologische Eigenschaften die Entwicklungsrichtung angeben können.

Als älteste biostratigraphische Einheit ließ sich im Obermiozän der Ionischen Inseln die *Globorotalia acostaensis* - Intervall-Zone im Profil Kap Liakas auf Kephallinia (s. Abb. : 8) nachweisen. Die Zone beginnt mit dem Auftreten von *Globorotalia acostaensis* und endet

mit dem Erscheinen von *Globorotalia dutertrei* sowie *Globorotalia humerosa*.

Begleitfauna: *Globigerina bulloides* D'ORB.  
*Globigerina praebulloides* BLOW  
*Globigerina parabulloides* BLOW  
*Globigerina nepenthes* TODD  
*Globigerina quinqueloba* NATLAND  
*Globorotalia scitula* (BRADY)  
*Orbulina universa* D'ORB.

An die *Globorotalia acostaensis* - Intervall-Zone schließt die *Globorotalia dutertrei* / *humerosa* - Intervall-Zone an. Sie konnte in allen Sedimenten des Arbeitsgebietes nachgewiesen werden, sie ist auf allen Inseln (s. Abb.: 8) gut vertreten. Diese Zone beginnt mit dem Erscheinen von *Globorotalia dutertrei* sowie *Globorotalia humerosa* und endet mit dem Auftreten von *Sphaeroidinellopsis*-Arten von überdurchschnittlicher Häufigkeit.

Begleitfauna: *Globigerina bulloides* D'ORB.  
*Globigerina quinqueloba* NATLAND  
*Globorotalia acostaensis* BLOW  
*Globorotalia mediterranea* CATALANO +  
 SPROVIERI  
*Globorotalia scitula* BRADY

Begleitfauna: *Hasterigerina siphonifera* (D'ORB.)  
*Orbulina universa* D'ORB  
*Biorbulina bilobata* (D'ORB.)

Die Besonderheit dieser Zone liegt in der verschiedenen Gehäusemorphologie von *Globorotalia dutertrei* bzw. *humerosa* begründet; während das trochospirale Gehäuse von *Globorotalia dutertrei* hochgewunden und deutlich konvex ist, besitzt das Gehäuse von *Globorotalia humerosa* eine flache Spiralseite und ist plankonvex, im übrigen gleichen sich die beiden Arten (BIZON + BIZON, 1972, S. 34). Auffallend ist das Erscheinen von *Globorotalia mediterranea* innerhalb der *Globorotalia dutertrei*/*humerosa* - Intervall-Zone, wobei diese Beobachtungen nur für Kephallinia zutreffen, auf Korfu und Zakynthos konnten sie nicht bestätigt werden.

Die *Sphaeroidinellopsis* - Acme-Zone (CITA, 1973) schließt an die *Globorotalia dutertrei*/*humerosa* - Intervall-Zone an. Sie ließ sich in den Profilen auf Zakynthos und Kephallinia nachweisen. Während im Profil Kalamaki die Forderung von 10 - 15% *Sphaeroidinellopsis*-Arten bestätigt werden konnte, stieg der Anteil in den Profilen Agios Sostis II und Kap Liakas nicht wesentlich über 5%. Dabei handelt es sich um folgende *Sphaeroidinellopsis*-Arten:

*Sphaeroidinellopsis* aff. *subdehiscens* *paenedehiscens* BLOW

*Sphaeroidinellopsis subdehiscens* (BLOW)

*Sphaeroidinellopsis seminulina* (SCHWAGER)

Begleitfauna: *Globogerina bulloides* D'ORB.

*Globorotalia acostaensis* BLOW

*Globorotalia dutertrei* (D'ORB.)

*Globigerinoides trilobus* (REUSS)

*Globigerinoides sicanus* DE STEFANI

*Hasterigerina siphonifera* (D'ORB.)

*Orbulina universa* D'ORB.

*Blorbulina bilobata* (D'ORB.)

Die Problematik der *Sphaeroidinellopsis* - Acme-Zone besteht in dem sehr unterschiedlichen Anteil der *Sphaeroidinellopsis*-Arten. Sie ist daher unter Umständen schwer nachzuweisen und findet als selbständige Biozone bei vielen Autoren keinen Anklang. Viele betrachten die *Sphaeroidinellopsis* - Acme-Zone als Unter-einheit der *Globorotalia margaritae* - Intervall-Zone (ZACHARIASSE, 1975, S. 37). Für das Arbeitsgebiet ließ sich die Eigenständigkeit der *Sphaeroidinellopsis* - Acme-Zone im Profil Kalamaki eindeutig nachweisen. Die jüngste biostratigraphische Einheit innerhalb der untersuchten Profile stellt die *Globorotalia margaritae* - Intervall-Zone dar. Sie ist definiert

durch das Auftreten von *Globorotalia margaritae* und endet mit dem Erscheinen von *Globorotalia puncticulata* (MIRKOU-PERIPOPOULOU, 1974, S. 97).

Begleitfauna: *Globigerina bulloides* D'ORB.  
*Globigerinoides tilobus* (REUSS)  
*Globigerinoides sicanus* DE STEFANI  
*Globigerinoides ruber* (D'ORB.)  
*Hasterigerina siphonifera* (D'ORB.)

Die *Globorotalia margaritae* - Intervall-Zone ließ sich im Profil Kalamaki nachweisen.

#### 4.2 Benthonische Foraminiferen

Unter den benthonischen Foraminiferen haben sich im Laufe der stratigraphischen Bearbeitung des Neogens die *Uvigerinen* als brauchbar erwiesen. So sind phylogenetische Beobachtungen an *Uvigerinen* aus dem Vindobon des Wiener Beckens (PAPP + TURNOVSKY, 1953) bekannt. Mit Hilfe von biometrischen Methoden, wie sie von LINDENBERG (1966) und HOFMANN (1967) erprobt wurden, konnte MEULENKAMP (1969) die neogenen Sedimente von Kreta anhand von *Uvigerinen* stratigraphisch gliedern.

Bei den im Arbeitsgebiet vorkommenden *Uvigerinen*

konnten Vertreter der *Uvigerina* - *cretensis* - Linie (MEULENKAMP, 1969, S. 120 ff.) auf Zakynthos und Kephallinia gefunden werden. Aufgrund der Bestimmungsergebnisse (vergl. Abb. : 11 u. 12) ließen sich folgende Phylozonen nachweisen:

- a) *Uvigerina* *cretensis* - Phylozone
- b) *Uvigerina* *lucasi* - Phylozone

Das phylogenetische Hauptmerkmal, das zum Unterscheidungskriterium der einzelnen Phylozonen der *Uvigerina* *cretensis* - Linie führt, besteht in dem Trend dieser *Uvigerinen* - Arten, ihre biserialen Endkammern auf uniserial zu reduzieren. Dementsprechend ist für die *Uvigerina* *cretensis* - Phylozone das Auftreten von *Uvigerina* *cretensis* entscheidend, deren Gehäuse nur ein bis drei uniserial Endkammern besitzen. Die *Uvigerina* *cretensis* - Phylozone endet mit dem Erscheinen von *Uvigerina* *lucasi*. Im Vergleich zu *Uvigerina* *cretensis* weisen die Gehäuse von *Uvigerina* *lucasi* drei bis fünf uniserial Endkammern auf. Somit stellt *Uvigerina* *lucasi* die Index-Art für die *Uvigerina* *lucasi* - Phylozone dar. Mit dem Vorkommen von *Uvigerina* *lucasi* endet im Arbeitsgebiet die *Uvigerina* *cretensis* - Linie. Jüngere Vertreter ließen sich aus ökologischen Gründen nicht nachweisen.

### 4.3 Stratigraphische Folgerungen

Die gefundenen biostratigraphischen Zonen beweisen, daß die untersuchten Sedimente der Ionischen Inseln marinen Ursprungs und autochthon sind. Sie kamen im Zuge der regressiven Phase des obermiozänen Mittelmeeres und der unterpliozänen Transgression ("Trubi") zur Ablagerung.

Aufgrund der Biozonen gehören die Sedimente dem Obertorton (Kap Liakas), dem Messin (Kalamaki, Agios Sostis, Kap Liakas, Paghi und Kavadades) sowie dem Zancin (Kalamaki, Agios Sostis II und Kap Liakas) an (s. Abb.: 8). Zur Klärung der Begriffe "Torton", "Messin", "Zancin" ein kurzer historischer Überblick:

GIANOTTI (1953) proklamierte das Profil Rio Mazzapiedi-Castellania (Tortona-Alessandria) zum Stratotyp Torton. Die ersten mikropaläontologischen Untersuchungen an planktonischen Foraminiferen führten CITA et al. (1965) durch. Sie stellten den hangenden Teil des Profils in das Messin. Das Torton ist an das Auftreten von *Globorotalia acostaensis* gebunden, die aus *Globorotalia continuosa* phylogenetisch hervorgegangen sein soll (BANNER + BLOW, 1965, S. 1165).

Für das von MAYER-EYMAR (1867) eingeführte Messin wurde die zusammengesetzte Profilserie von Capodarso-Pasquola (Sizilien) von SELLI (1960) zum Neostatotyp erklärt. Die genaue biostratigraphische Abgrenzung des Messins ist noch in der Diskussion.

Der Begriff Zancin (Zanclean) wurde von SEGUENZA (1868) eingeführt. CITA (1975) kreierte anhand der Biostratigraphie planktonischer Foraminiferen im Profil Capo Rosello (Sizilien) den Statotyp Zancin. Sie stellte die Transgressionssedimente der sizilianischen "Trubi" ins Zancin. Biostratigraphisch beginnt das Zancin mit der Sphaeroidinellopsis - Acme-Zone und endet mit der Sphaeroidinellopsis subdehiscens - Intervall-Zone, bzw. dem Verschwinden von Sphaeroidinellopsis (Sphaeroidinellopsis extinction datum, CITA, 1973). Das Zancin umfaßt damit das Tabian (MAYER-EYMAR, 1868, IACCARINO, 1967) sowie Teile des Placenzian (MAYER-EYMAR, 1868, PARETO, 1865).

Wie die Korrelation der planktonischen Biozonen des Arbeitsgebietes mit den benthonischen Biozonen zeigt (s. Abb. : 8), stimmt der Übergang *Uvigerina cretensis* / *Uvigerina lucasi* - Phylozone nicht mit dem Übergang *Globorotalia acostaensis* / *Globorotalia dutertrei* - Intervall-Zone überein. Der Zonenübergang der Phylozonen der Uvigerinen ist jünger als der Zonenwechsel

der Globorotalien. Diese Ungleichzeitigkeit zeigt die Schwierigkeiten der Biostratigraphie generell und insbesondere das Problem, den Beginn des Messins exakt in den Griff zu bekommen.

Nach der Standard-Zonierung soll der Beginn des Messins innerhalb der planktonischen Zone N 17 (BERGGREN + VAN COUVERING, 1974, S. 39) liegen und nicht mit dem Zonenwechsel *Globorotalia acostaensis*/*Globorotalia dutertrei* - Intervall-Zone übereinstimmen. Diese Hypothese bestätigen die Untersuchungsergebnisse; somit ist der Beginn des Messins im Bereich der Ionischen Inseln biostratigraphisch mit dem Zonenübergang *Uvigerina cretensis*/*Uvigerina lucasi* - Phylozone innerhalb der planktonischen Zone N 17 gegeben. Darüber hinaus signalisiert das gemeinsame Vorkommen von *Globorotalia dutertrei* und *Globorotalia mediterranea* den Anfang des Messins. Das Ende des Messins und der Beginn des Zanclicins, was gleichbedeutend mit der Wende Miozän/Pliozän ist, manifestiert sich im Arbeitsgebiet durch den Zonenwechsel *Globorotalia dutertrei*/*Sphaeroidinellopsis* - Acme-Zone.

Wie schon die lithostratigraphischen Befunde zeigten, so bestätigt auch die biostratigraphische Analyse, daß die Schichtfolge der untersuchten Profile lückenlos ist.

#### 4.4 Die Korrelation mit altersgleichen Biozonen des Mittelmeerraums

Ein Vergleich mit anderen biostratigraphischen Zonierungen (s. Abb. : 9) im Mittelmeerraum (Spanien: BIZON et al. , 1975; Marokko: FEINBERG + LORENZ, 1973; Sizilien: MAGNE et al. , 1972; Kreta: MEULENKAMP, 1969) zeigt, daß sich die für den Raum der Ionischen Inseln gefundenen Biozonen mit anderen Gebieten gut korrelieren lassen. Neben weitgehender Übereinstimmung verdeutlicht die Gegenüberstellung auch unterschiedliche Auffassungen (s. Abb. : 9): Während viele Bearbeiter den Beginn des Messins innerhalb der Globorotalia dutertrei - Intervall-Zone unbestimmt lassen oder mit dem Beginn der Globorotalia dutertrei - Intervall-Zone gleichsetzen, legt BIZON (1975) den Anfang des Messins mit dem Auftreten von Globorotalia conomiozea sowie Globorotalia mediterranea in Gemeinschaft von Globorotalia dutertrei fest. Uneinigkeit herrscht auch über die Existenz der Sphaeroidinellopsis - Acme-Zone an der Wende Miozän/Pliozän. Während diese Zone im sizilianischen Raum von MAGNE et al. (1972) und CITTA (1973) eindeutig nachgewiesen wurde, fehlen beispielsweise in Spanien derartige Befunde. Obgleich

sich die Sphaeroidinellopsis - Acme-Zone im Arbeitsgebiet eindeutig nachweisen ließ, spricht der überregionale Vergleich dafür, daß sie als Unterabteilung der Globorotalia margaritae - Intervall-Zone angesehen werden kann (BERGGREN + VAN COUVERING, 1974).

## 5. Palökologie

Nachdem die stratigraphische Gliederung der obermiozänen bzw. unterpliozänen Sedimente des Arbeitsgebietes gegeben ist, und der autochthone Charakter der marinen Ablagerungen festliegt, soll versucht werden, die palökologischen Verhältnisse des Messins sowie Zanclics zu rekonstruieren. Dabei sollen innerhalb der Fauna des Benthos besonders die Foraminiferen im Vordergrund der ökologischen Betrachtung stehen.

Palökologische Untersuchungen an benthonischen Foraminiferengemeinschaften werden verhältnismäßig wenig praktiziert, obgleich gerade die benthonischen Foraminiferen durch ihre sessile Lebensweise eng verbunden sind mit dem Substrat und daher für ökologische Zwecke geeignet sind. Die Ökologie der rezenten benthonischen Foraminiferen stellt im Gegensatz zur Palökologie kein Neuland dar. Grundlegende Arbeiten erstellten PHLEGER (1960) und MURRAY (1973). Beide Autoren liefern wertvolle Vergleichsdaten und tragen nach dem aktu<sup>o</sup>-geologischen Prinzip zur Rekonstruktion der palökologischen sowie paläogeographischen Verhältnissen bei.

## 5.1 Die ökologischen Faktoren

Ausgehend von den wichtigsten ökologischen Faktoren - Temperatur, Salinität, Kalziumkarbonatgehalt, pH, Sauerstoffgehalt, Licht, Tiefe, Substrat, Nahrung, Wellenbewegung und Strömung - soll versucht werden, anhand der für Foraminiferen rezent gewonnenen Daten die ökologischen Grundlagen zu klären.

### 5.1.1 Temperatur

Foraminiferen sind eurythermal und stenothermal, es gibt Foraminiferen die einen größeren Toleranzbereich gegenüber Temperaturänderungen haben und solche, die nur in einem bestimmten Bereich leben können. Zahlreiche Studien im Flachwassermilieu mit starkem saisonalen Temperaturgefälle und dementsprechenden faunistischen Schwankungen sind weltweit bekannt (HEDLEY + ADAMS, 1974, S. 214). Die Ausbildung von allgemeingültigen Temperaturzonen bei benthonischen Foraminiferen scheiterte an dem Umstand, daß die Temperatur mit zunehmender Tiefe abnimmt.

Bei den pelagischen Foraminiferen wurden gemäß der Klimazonen einige Indikator-Arten ermittelt (BE et al., 1971). Als unmittelbare Vergleichsfauna

läßt sich die von BLANC-VERNET (1969) für das heutige Mittelmeer gefundene planktonische Foraminiferengemeinschaft heranziehen, da ein Großteil der rezenten planktonischen Arten auch im Obermiozän und Unterpliozän vorkommt.

### 5.1.2 Salinität

Die Salinität zählt zu den wichtigsten ökologischen Faktoren. Sie spielt besonders bei den massinen Faunengemeinschaften wegen der Salinitätskrise eine Hauptrolle.

Die meisten Foraminiferen sind stenohalin, ihr Toleranzbereich ist gering. Es gibt jedoch im neritischen Bereich euryhaline Vertreter, die sowohl im hypersalinen, als auch im hyposalinen Milieu existieren können (MURRAY, 1973). Für verschiedene Arten liegen Laboratoriumsversuche vor, so hat beispielsweise *Elphidium crispum* einen Überlebensbereich von  $20 - 48^{\circ}/\text{oo}$  (MURRAY, 1973) und *Ammonia beccarii tepida* einen Toleranzbereich von  $7 - 40^{\circ}/\text{oo}$  (BRADSHAW, 1961); die *Milioliden* können im hypersalinen Milieu leben, nicht aber im hyposalinen.

Abgesehen von den qualitativen Einflüssen wirkt die Salinität auch auf die Anzahl der in einer Gemeinschaft vorkommenden Individuen. So ist der Artenreichtum im normal marinen Bereich am höchsten, im hypo- sowie hypersalinen am geringsten. Dabei ist der hyposaline Bereich individuenreich, der hypersaline individuenarm (MURRAY, 1973). Außerdem beeinflusst die Salinität auch das Wachstum. Im hypersalinen Milieu treten sowohl bei den benthonischen als auch bei den pelagischen Foraminiferen Zwergformen auf.

### 5.1.3 Kalziumkarbonatgehalt

Der Gehalt an gelöstem Kalziumkarbonat ist abhängig von der Temperatur, von der Salinität und vom Kohlendioxidanteil des Meerwassers. So ist im hypersalinen Milieu das Angebot an Kalziumkarbonat hoch, im hyposalinen dagegen niedrig. Diese Tatsache haben die sedimentpetrographischen Analysen der messinen Sedimente des Arbeitsgebietes (BRAUNE et al., 1973; HEIMANN et al., 1975) bestätigt. Der Kalziumkarbonatgehalt steigt im hypersalinen Bereich, das heißt vor jeder Evaporationsphase auf maximal 80% an. Da die Foraminiferen ihre Gehäuse vorwiegend aus Kalziumkarbonat aufbauen, ist das Angebot an Kalziumkarbonat lebenswichtig.

#### 5.1.4 pH - Sauerstoffgehalt - Licht

Verschiedene neuere Untersuchungen wollen die Reproduktion von Foraminiferenkulturen in Abhängigkeit vom p H im Laboratorium nachweisen. Die Ergebnisse zeigen eine gewisse Abhängigkeit einiger Arten vom pH (HEDLEY + ADAMS, 1974), solche Beobachtungen lassen sich für pal-ökologische Zwecke nicht verwerten.

Außerdem soll postmortale Auflösung von Foraminiferengehäusen in Marschgebieten bei extrem niedrigen pH festgestellt worden sein (MURRAY, 1973).

Der Sauerstoffgehalt spielt als lebenswichtiger Faktor eine Rolle. Unter einem Schwellenwert von  $1 - 2 \text{ cm}^3/1$  (EMERY + STEVENSON, 1957) können auch die Foraminiferen, wie die meisten Lebewesen, nicht existieren. So finden sich beispielsweise in den anaeroben Tiefenbereichen der Baltischen See keine Foraminiferen (LUTZE, 1965).

Das Licht stellt einen indirekten ökologischen Faktor dar, insofern als die Foraminiferen von den Algen als lebenswichtige Nahrungsquelle abhängen, und die Algen an die photische Zone gebunden sind, damit die Foraminiferen ebenso.

### 5.1.5 Tiefenbereiche und Substrat

Wie FUNNEL (1967) gezeigt hat, läßt sich keine weltweite Tiefenzonierung für Foraminiferen erstellen. Die Tiefe ist kein direkter ökologischer Faktor, sondern sie setzt sich zusammen aus verschiedenen Komponenten: hydrostatischer Druck, Dichte, Licht, Temperatur, pH usw. Dennoch wurden für verschiedene Tiefenbereiche in bestimmten geographischen Gebieten faunistische Übereinstimmungen erzielt (PHLEGER, 1960; MURRAY, 1973). Im Gegensatz zu den planktonischen Foraminiferen leben die benthonischen Foraminiferen nicht driftend sondern sessil auf dem Sediment, Fels, Seegras oder Wasserpflanzen. Verschiedene Untersuchungen über die Abhängigkeit der benthonischen Foraminiferen vom Substrat sind durchgeführt worden (LEE et al., 1969; BLANC-VERNET, 1969; MURRAY, 1973). Dementsprechend wurde versucht, verschiedenen Fazies-Bereichen bestimmte Foraminiferengemeinschaften zuzuschreiben: So existiert eine Schlamm-Fazies, eine Sand-Fazies, Seegraswiesen- und Fels-Fazies. Die bestimmten Substraten und Tiefenbereichen zugeordneten Foraminiferengemeinschaften des heutigen Mittelmeeres lassen sich wie folgt gliedern (dabei wurden nur die für die Er-

gebnisse des Arbeitsgebietes relevanten Arten und Gattungen der Autoren BLANC-VERNET, 1969; MURRAY, 1973; LE CALVEZ + LE CALVEZ, 1958 berücksichtigt):

a) Sublitoraler Bereich, Tiefe bis 50 m

1. Auf schlammigem oder sandig-schlammigem

Substrat lebende Arten:

*Ammonia beccarii*

*Rotalia granulata*

*Elphidium macellum*

*Elphidium aculeatum*

*Rosalina*

*Quinqueloculina*

2. Epiphytisch lebende Arten:

*Cibicides lobatulus*

*Amphistegina*

b) Nerftischer Bereich, Tiefe 50 - 100 m

*Eponides repandus*

*Textularia*

c) Bathyaler Bereich, Tiefe 200 - 1000 m

*Uvigerina mediterranea*

*Pyrgo*

Darüber hinaus wurde bei einer Tiefe von 80 m ein Wechsel der Bolivinen zugunsten der Buliminien festgestellt (BLANC-VERNET, 1969).

### 5.1.6 Nahrung

Jüngste Laboratoriumsstudien an Foraminiferen zeigen, daß es eine artspezifische Nahrungsauswahl gibt. Bestimmte Arten bevorzugen ihre eigenen Diatomeen, Chlorophyten oder Bakterien.

Generell gelten die Algen als Grundnahrung, wobei ein direkter Zusammenhang zwischen Algenangebot und Foraminiferenreichtum konstatiert worden ist (LEE et al., 1969).

### 5.1.7 Wellenbewegung und Strömung

Der Transport von Foraminiferengehäusen nach ihrem Ableben kann in Suspension, als Geröllfracht, in Turbiditen, auf driftenden Pflanzen und durch den Wind erfolgen.

Der litorale Bereich - Küstenplattformen, Ästuar, Watten, Priele - ist besonders von faunistischen Umlagerungserscheinungen betroffen (REINECK, 1964; MURRAY, 1973). Die Foraminiferengehäuse sind hohl und schwimmen besser als beispielsweise Quarzkörner. Ihre Schwimmfähigkeit hängt auch von der Morphologie der Gehäuse ab, kleine Gehäuse werden leichter transportiert als große (JELL et al., 1965; MAIKLEM, 1968).

Wenn Wattgebiete der Sonne beständig ausgesetzt

sind, trocknen die Gehäuse aus und die Flut transportiert sie in tiefere Bereiche. Dieser Vorgang wird im hypersalinen Wasser begünstigt, da das spezifische Gewicht des Wassers hier höher ist und damit der Auftrieb der Gehäuse wächst. Als aktuo-geologisches Beispiel dafür gelten gleichartige Vorgänge in der hypersalinen Lagune von Abu Dhabi (PURSER, 1973). So können Faunengemeinschaften des litoralen Bereiches in Schelf-Gemeinschaften geraten. Ähnliche Erscheinungen sind an Schlammströme des Kontinentalhanges geknüpft, so passiert es, daß Schelf-Faunen in Tiefsee-Sedimenten zu finden sind (SCHÄFER + PRAKASH, 1968).

Pflanzen des Flachwassers können von Stürmen oder heftigen Strömungen entwurzelt werden und samt ihrer Epifauna an die Küste getrieben werden. Der Wind vermag Foraminiferengehäuse aus dem Wattbereich landwärts zu tragen, so wurden Foraminiferen in erheblicher Anzahl in Dünen gefunden (MURRAY, 1973). Eine weitere, jedoch geringere Transportmöglichkeit besteht in der Bioturbation. Durch sedimentfressende Organismen können Foraminiferengehäuse bis zu vier Zentimeter in das Sediment geraten (BROOKS, 1967).

### 5.1.8 Rezent gewonnene Daten und ihre Verwendbarkeit

Das wichtigste Kriterium für die Palökologie ist die Frage nach der Anwendbarkeit der rezent gewonnenen Daten auf die erdgeschichtliche Vergangenheit. Obgleich es sich bei den Vertretern der Faunengemeinschaften des Arbeitsgebietes um verhältnismäßig junge Tiere handelt und der Analogieschluß von rezenten auf fossile ökologische Verhältnisse angebracht erscheint, bleibt einiges zu bedenken:

Bei den fossilen Gemeinschaften liegen keine Biozönosen, sondern Thanatozönosen bzw. Taphozönosen vor. Das bedeutet, postmortaler Transport kann die ursprüngliche Gemeinschaft verfälschen. Postmortale diagenetische Vorgänge, beispielsweise Lösungsvorgänge, können die Gemeinschaften verändern. Dazu kommt noch der Umstand, daß man mit einem kleinen Sedimentpaket möglicherweise viele verschiedene Populationen über hunderte von Jahren vermischt. Derartige Probleme sind bei der palökologischen Rekonstruktion in Rechnung zu ziehen.

## 5.2 Methodik

### 5.2.1 Probenentnahme und Aufbereitung

Die Proben wurden durchschnittlich im Abstand von ein bis drei Metern entnommen, getrocknet und ca. 250 g Sediment mit Wasserstoffperoxid aufbereitet. Zum Schlämmen wurde ein Sieb der Maschenweite 0,05 mm verwendet im Gegensatz zu den für die Schlämmung von Foraminiferen gebräuchlichen größeren Sieben. Die Praxis hat gezeigt, daß bei den größeren Sieben die Zwergformen der hypersalinen Faungemeinschaften verloren gehen. Erst bei der verwendeten Maschenweite war gewährleistet, daß das Ergebnis nicht durch derartige technische Fehler verfälscht wurde.

### 5.2.2 Statistik

Aus dem Schlämmrückstand wurden durchschnittlich hundert Individuen von benthonischen Foraminiferen ausgezählt und bestimmt. Zur Ermittlung des Verhältnisses von pelagischen zu benthonischen Foraminiferen wurden die auf hundert benthonische Foraminiferen entfallenden pelagischen Foraminiferen mit erfaßt und für die biostratigraphische Problemstellung (vergl. S. 36) bestimmt. Neben den

Foraminiferen wurden alle faunistischen Elemente beachtet und zur Abrundung des faunistischen Gesamtbildes qualitativ bestimmt.

Beim Auszählen waren die Proben aus den hypersalinen Bereichen problematisch wegen ihrer quantitativ beschränkten Fauna. Es war unmöglich, hundert Individuen zu finden, daher mußte das statistisch geforderte Minimum von 31 - 35 Exemplaren pro Probe ausreichen (BARTEL, 1974, S. 91), um eine Signifikanzprüfung (t-Test) anstellen zu können.

Aus jeder ausgezählten und bestimmten Probe wurde der Prozentsatz jeder Art errechnet und nach Intervallen gestaffelt graphisch dargestellt (s. Abb.: 10 - 13). Dabei wurden folgende Prozent-Intervalle gebildet:

|          |   |
|----------|---|
| $\geq 3$ | % |
| 4 - 6    | % |
| 7 - 20   | % |
| < 60     | % |

Das Verhältnis von pelagischen zu benthonischen Foraminiferen wurde folgendermaßen berechnet:

$$\text{Pel. Index} = \frac{\text{Summe der pel. Foram.}}{\text{Summe der ben. Foram.}} \cdot 100 \%$$

Um den Artenreichtum der einzelnen Proben vergleichen zu können, wurde der von FISHER, CORBETT + WILLIAMS (1943) eingeführte Diversity-Index graphisch ermittelt (s. Abb.: 16 - 19). Dem Fisher-Diversity-Index liegt folgende Formel zugrunde:

$$S = a \log_e 1 + \frac{N}{a}$$

S = Summer der Arten

N = Summe der Individuen

a = Diversity-Index = konstant

Wie aus der logarithmischen Funktion hervorgeht, hängt der Wert für a nur von der Anzahl der Arten ab, nicht dagegen vom jeweiligen Probenumfang. Daher bietet sich der Fisher-Diversity-Index für Vergleichszwecke in verschiedenen Gebieten an, besonders im Arbeitsgebiet, wo die Anzahl der Individuen (Probenumfang) infolge der ökologischen Verhältnisse sehr unterschiedlich sein kann.

### 5.2.3 Biometrie

Die Abhängigkeit der Morphologie von den ökolo-

schen Gegebenheiten kann mit Hilfe biometrischer Methoden gezeigt werden. Dementsprechend sollte die Gehäusegröße einer Foraminiferenart vermessen werden, um die generelle Tendenz der messinen Fauna zum Zwergwuchs einmal quantitativ darzustellen.

Die Gattung **Bolivina** bot sich von der Häufigkeit ihres Auftretens her gesehen an. Außerdem wurden variationsstatische biometrische Arbeitsmethoden an Bolivinen schon praktiziert (LINDENBERG, 1966; HOFMANN, 1967), sodaß Vergleichsmöglichkeiten bestanden.

Es wurden folgende Parameter gemessen: Länge (L), Breite (B) und Dicke (D). Bei den Messungen wurde ein Leitz Okular-Mikrometer und ein 8xObjektiv verwendet; somit konnte auf einen Teilstrich genau (0,0125 mm) abgelesen werden. In jeder Probe wurden ca. 70 Exemplare vermessen. Bei der Auswertung wurden folgende variationsstatistische Werte ermittelt:

a) Das arithmetische Mittel zu jedem gemessenen Parameter

$$M = \frac{\sum f \cdot x}{N}$$

$f$  = Klassenhäufigkeit

$x$  = Merkmal

$N$  = Anzahl

b) Die Standardabweich

$$s = \sqrt{\frac{f (x - M)^2}{N - 1}}$$

c) Der Variabilitäts-Koeffizient

$$V = \frac{s \cdot 100}{M}$$

Graphisch dargestellt wurden Länge : Breite sowie Breite : Dicke.

### 5.3 Beobachtungen

#### 5.3.1 Benthonische Foraminiferengemeinschaften

Die statistische Auswertung der benthonischen Foraminiferen ergibt für die messinen Sedimente des Profils K a l a m a k i drei charakteristische Gemeinschaften:

Die Liegend-Serie (Probe Nr. : 1 - 2) wird durch die Vorherrschaft der Buliminidae (*Bolivina dilatata* und *marginata* 40 - 60%, *Uvigerina lucasi* 20%) bestimmt. Die Begleitfauna besteht haupt-

sächlich aus *Bulimina elongata subulata*, *Pyrgo* und *Cibicides*. Die Gattungen *Uvigerina* sowie *Pyrgo* beschränken sich auf die liegenden Abschnitte des Profils. Sie sind ab Probe Nr. : 3 im Messin nicht mehr zu finden.

Nach dem Ausscheiden von *Uvigerina* und *Pyrgo* wird die zweite Foraminiferengemeinschaft (Probe Nr. : 3 - 9) weiterhin von den Buliminiden beherrscht; und zwar von den Gattungen *Bolivina*, sowie *Bulimina*. Begleitend treten folgende Gattungen auf: *Quinqueloculina*, *Triloculina* und *Cibicides*. Bei den Bolivinen und Buliminiden ist eine Verschiebung zugunsten der Buliminiden zu beobachten.

Schließlich kommt es zu einem entscheidenden Einschnitt: Neben den bereits ausgeschiedenen Gattungen fallen bis auf zwei oder drei alle bisherigen weg. Besonders auffallend ist das Ausbleiben der bisher dominierenden Buliminidae. Dieser Einschnitt leitet zur dritten Gemeinschaft über. Sie ist gekennzeichnet durch die Dominanz der Gattung *Elphidium* (*Elphidium advenum*, *Elphidium fichtellianum* und *Elphidium macellum*). Begleitend kommen vor: *Quinqueloculina*, *Ammonia beccarli* und Sandschaler.

Benthonische Foraminiferen lassen sich im Profil Kalamaki bis zur Probe Nr. : 12 nachweisen. Das

bedeutet, daß sich die benthonischen Foraminiferen bis in die ersten, den Evaporationsphasen zwischengeschalteten Mergel halten können (s. Abb. : 20). Im oberen Messin fehlen die benthonischen Foraminiferen.

Mit Beginn des Zanclicins (Probe Nr. : 23) setzt eine neue Gemeinschaft ein, die sich deutlich von den Gemeinschaften des Messins unterscheidet. Sie ist gekennzeichnet durch das Vorkommen (20%) von: *Planulina ariminiensis*, *Robulus clericil* und *vortex*, *Siphonina reticulata*; begleitend sind die Gattungen: *Cibicides*, *Eponides*, *Cassidulina* und *Uvigerina*.

Im Profil *A g i o s S o s t i s I* läßt sich die in Kalamaki gefundene, von den Bulminidae beherrschte Foraminiferengemeinschaft (*Bolivina* und *Bulimina*) wiederfinden. Die *Uvigerinen* fehlen völlig. Gleichermaßen fällt die *Elphidium*-Gemeinschaft aus.

Die Gemeinschaften von *A g i o s S o s t i s II* sind spärlich. Der Großteil der untersuchten Proben (s. Abb. : 21) war ohne jegliche Fauna. Lediglich im Bereich von 5 m (Probe Nr. : 71 - 74) trat eine Foraminiferengemeinschaft auf, die sich durch die Gattungen *Elphidium*, *Ammonia* und *Quin-*

queloculina auszeichnet. In den, den Gipsen zwischengeschalteten Mergeln fehlt jede Spur von Fauna. Erst im Übergang vom Gips zu den Sedimenten des Zanclicins taucht eine äußerst restriktive Gemeinschaft auf (Probe Nr.: 28). Sie besteht aus der Art *Amminia beccarii* tepida und Ostracoden.

Im Hangenden des Übergangsbereiches treten zu *Ammonia beccarii* noch *Cibicides* und *Nonion* hinzu.

Im Gegensatz zu den benthonischen Foraminiferengemeinschaften von Zakynthos ist die Fauna, ähnlich wie die Lithologie, des Profils K a p L i a k a s auf Kephallinia abwechslungsreich und problematisch. Im Torton und unteren Messin (Probe Nr.: 0 - 100 bzw. 1100 - 1200, Abb.: 12 u. 22) läßt sich ein Wechsel zwischen zwei Gemeinschaften konstatieren: Die eine ist gekennzeichnet durch das überdurchschnittliche Vorkommen von *Asterigerina planorbis* und verschiedenen Elphidien, begleitet von *Cibicides*, *Eponides* sowie *Discorbis*; die andere Gemeinschaft entspricht der von den *Buliminidae* beherrschten Gesellschaft von Kalamaki. Es handelt sich um die gleichen Arten: *Uvigerina cretensis* bzw. *lucasi*, zahlreiche Bolivinen sowie *Bulimina*. Unter der Begleitfauna findet sich *Pyrgo* und *Quin-*

queloculina.

Schließlich fallen, wie in Kalamaki, zuerst die Uvigerinen aus, gefolgt von den Bolivinen sowie Caucasinen. Dieser faunistische Einschnitt kommt hier noch deutlicher zum Ausdruck als in Kalamaki, da die folgenden Gemeinschaften ausgeprägter sind. Vom Ausfall der Buliminidae bis zu der ersten Evaporitionsphase (Probe Nr. : 110 - 259 bzw. 1210 - 1059) treten zwei weitere Gemeinschaften im Wechsel auf: Die eine wird von der Gattung Elphidium und Asterigerina sowie Rosalina beherrscht, die andere besteht aus der von Agios Sostis II bekannten Gemeinschaft von Ammonia beccarii und Ostracoden. Schließlich stellt die von den Elphidien dominierte Gemeinschaft die letzte im Messin dar.

Erst die Sedimente des Zanclics bringen eine neue Gemeinschaft (Probe Nr. : 271 - 274 bzw. 1071 - 1073). Als wesentlicher Unterschied zu den gleichartigen Gemeinschaften von Kalamaki fällt das Vorkommen von Aphistegina lessonii sowie Asterigerina planorbis auf.

Die Foraminiferengemeinschaften der Profile P a g h i und K a v a d a d e s auf Korfu zeichnen sich durch die Vorherrschaft von Ammonia beccarii (s. Abb. : 13, 23 u. 24) und Nonion

grancus aus; begleitend treten *Asterigerina planorbis*, *Elphidium* und *Quinqueloculina* auf. Die *Bulliminidae* sind nur spärlich vertreten. Die *Uvigerinen* fehlen. Was die Artenvielfalt der gefundenen Gemeinschaften anbelangt, so liegt eine deutliche Abnahme des Diversity-Indexes im Messin vor (s. Abb.: 15 - 19). Im Profil Kap Liakas streuen die *a*-Werte im oberen Torton und unteren Messin von 12 bis 4, im Profil Kalamaki liegen die *a*-Werte im unteren Messin schon verhältnismäßig niedrig (5 bis 2). Die letzten im mittleren Messin auftretenden Gemeinschaften haben extrem niedrige *a*-Werte (1 - 3). Im Zanclein schnellen die *a*-Werte in allen Profilen abrupt in die Höhe (6 bis über 12).

Die *Ammonia beccarii* - Ostracoden-Gemeinschaften der Profile Agios Sostis II, Paghi und Kavadas weisen die niedrigsten *a*-Werte auf (unter 1, s. Abb.: 18 u. 19).

### 5.3.2 Morphologische Eigenschaften der benthonischen Foraminiferen

Am auffallendsten ist bei den Gehäusen der messinen benthonischen (und planktonischen) Foraminiferen ihr allmählich sich reduzierendes Größenwachs-

tum bei steigender Salinität. Alle dominanten Arten machen derartige Wachstumsreduzierungen bis zum Zwergwuchs mit. Die Art *Bolivina dilatata hyalina* wurde herausgegriffen und innerhalb der Proben Nr. : 1 bis 10 des Profils Kalmaki nach den beschriebenen biometrischen Methoden (s. S. 60 ff.) behandelt.

Was die Auswertung der Mittelwerte der Länge sowie der Kurvenverlauf der Verhältnisse  $L : B$  und  $B : D$  zeigen, nimmt jeder Parameter beständig ab, sodaß sich die Anfangswerte (Probe Nr. : 1) signifikant von den Endwerten (Probe Nr. : 10, Abb. : 14) unterscheiden. Der Vergleich mit bereits vorliegenden Daten (HOFMANN, 1967, S. 156) ergibt, daß die Variationsbreite von *Bolivina dilatata hyalina* noch erheblich größer ist; denn die ermittelten Werte für die Zwergformen bleiben signifikant unter den bereits bekannten.

Eine weitere morphologische Besonderheit der messinen Foraminiferen besteht neben dem Zwergwuchs in einer für das Milieu typischen Ausbildung der Gehäuse. Deutlich zeigen dieses Phänomen die Stacheln und Knoten der Art *Bulimina elongata subulata*. Die Zwergformen von *Bulimina elongata subulata* besitzen Stacheln, die maximal

das 1, 5-Fache der Gehäusegröße ausmachen. Die gleiche Erscheinung ist bei den letzten im Messin auftretenden Exemplaren von *Uvigerina lucasi* zu beobachten. Die Rippen der *Uvigerinen* sind verdickt und der triseriale Anfangsteil der Tiere weist gezackte Umrisse auf. Gleichermäßen verhält es sich bei der Art *Bolivina dilatata schroederæ*: Die Zwerformen haben eine "Tannenbaum-Gestalt". Die einzelnen Kammern vorjüngen sich zu nadelförmigen Spitzen. Auch die Stacheln von *Elphidium aculaetum* sind übermäßig lang und stark ausgebildet, ebenso verhält es sich mit den Stacheln und Warzen von *Schackoinella sarmatica*.

Die ausschließlich von *Ammonia beccarii* bestimmten Gemeinschaften, wie beispielsweise im Profil Kavadas auf Korfu, zeigen normales Größenwachstum. Im Gegensatz zu den im Profil Kalamaki und Kap Liakas beobachteten Verdickungen der Gehäuseornamentik sind die Gehäuse dünnshallig.

### 5.3.3 Pelagische Foraminiferengemeinschaften

Wie die Werte des Pelagos-Indexes zeigen, sind die pelagischen Foraminiferen bis auf die Gips-schichten in allen Partien des Profils K a l a m a k i vertreten. Erstaunlich ist ihre Existenz in den

einzelnen Evaporationsphasen zwischengeschalteten Mergeln sowie im Übergangsbereich vom letzten Gipspaket zu den Kalkmergeln des Zanclicins. Es handelt sich bei den Arten um die in der Globorotalia dutertrei - Intervall-Zone typischen Vertreter (s. S. 38). Das im Torton bekannte massenhafte Auftreten von *Orbulina univversa* konnte auch für die messinen Sedimente bestätigt werden (DREMEL, 1968, S. 26).

In den Kalkmergeln des Zanclicins nimmt der Anteil der pelagischen Foraminiferen gegenüber den benthonischen beständig zu.

Während im Profil Kalamaki die pelagischen Foraminiferen beständig vorkommen, beschränken sie sich in Agios Sostis auf den Profilschnitt Agios Sostis I. Sie fehlen beinahe über den gesamten Bereich von Profil Agios Sostis II, besonders in der Ammonia dominierten Gemeinschaft. Ähnliche Verhältnisse herrschen auch im Profil Kap Liakas. Wie der Pelagos-Index zeigt, nehmen die pelagischen Foraminiferen vom Ober-torton bis zum mittleren Messin beständig ab. Im oberen Messin fehlen sie ganz und tauchen erst wieder im Zanclicin auf.

In den Sedimenten der Profile P a g h i und K a v a d a d e s fehlen die pelagischen Foraminiferen weitgehend. Ihre Gehäuse sind kleinwüchsig und schlecht erhalten.

#### 5.3.4 Restfauna und Flora

Unter den übrigen organogenen Komponenten der messinien Sedimente der Ionischen Inseln nehmen die Diatomeen eine bedeutende Rolle ein. Sie sind in allen bearbeiteten Profilen nachzuweisen und werden bereichsweise sogar gesteinsbildend (Diatomit, s. S. 29).

Neben den Diatomeen kommen in den Profilen Kap Liakas, Paghi und Kavadades Seegras sowie Blätter terrestrischer Pflanzen vor. Es handelt sich um Vertreter einer xerothermen Vegetation (JUNG et al., 1975) mit hohem Anteil an Koniferennadeln:

*Taxodium dubium* (STBG.) HEER

*Abies* sp.

*Pinus* sp.

*Tsuga europaea* MENZEL

*Cupressus* cf. *sempervirens* L.

*Libocedrites salicornioides* (UNG.) ENDL

*Salix* cf. *carpinifolia* SCOP.

*Quercus* cf. *ilex* L.  
*Persea* cf. *indica* (L.) SPRENG.  
*Benzoin antiquum* HEER  
*Berberis* sp.  
*Platanus* cf. *orientalis* L.  
*Phellodendron* cf. *amurense* RUPT.  
*Pistacia* cf. *lentiscus* L.  
*Acer* cf. *tataricus* L.  
*Paliurus* cf. *spina-christi* MILL.  
*Lonicera* sp.

Die Ostracoden leben in Gemeinschaft mit den Foraminiferen, sie sind in allen Profilen zu finden. Besonders die Gemeinschaft von *Ammonia beccarii* und Arten der Gattung *Cyprideis* fallen auf. Im Profil Kavadales verdrängen die Ostracoden die Foraminiferen bereichsweise (s. Abb.: 24, Probe Nr.: 29).

Die Radiolarien und Lamellibranchiaten bleiben auf das Obertorton und untere Messin sowie Zancin beschränkt. Besonders in den zancinen Kalkmergeln des Profiles Kap Liakas kommen *Cardium* und *Pecten* vor.

Echinoiden-Reste finden sich besonders häufig im unteren und mittleren Messin der Sedimente des Profiles Kalamaki.

Gastropoden der Gattung *Melanopsis* kommen im mittleren Messin der Schichtenfolge von Kap Liakas vor.

Interessant ist das Auftreten von Fischzähnen zusammen mit pelagischen Foraminiferen im Übergangsbereich Messin/Zanc lin der Sedimente von Kalamaki

Generell ist zu beobachten, daß alle faunistischen Komponenten in den Kalkmergeln des Zanc lins reichlich vertreten sind, während sie im Messin nur sporadisch auftauchen.

#### 5.4 Ökologische Folgerungen

Nachdem die Grundlagen anhand der ökologischen Faktoren geklärt wurden und die Beobachtungen dargelegt wurden, soll versucht werden, die palökologischen Vorgänge im Obermiozän und Unterpliozän zu rekonstruieren.

##### 5.4.1 Zakynthos

Die im Profil Kalamaki gefundenen Faunengemeinschaften (s. Abb. : 20) lassen sich mit folgenden Tiefenbereichen vergleichen: Die Vorherrschaft

der Buliminidae, besonders der Gattungen *Uvigerina* und *Pyrgo* neben pelagischen Foraminiferen, Radiolarien sowie Echinoiden sprechen für einen Tiefenbereich von um 200 m, wobei größere Tiefen als 500 m ausgeschlossen werden können. Die Foraminiferengemeinschaft charakterisiert den marinen Biotop des äußeren Schelfes und oberen Kontinentalhanges. Weder von seiten der Lithologie, noch von seiten der Stratigraphie oder der Fauna sind allochthone Einflüsse zu bemerken, es handelt sich um einen ruhigen schmalen Sedimentationsraum, wie ihn die Buliminidae bevorzugen (BLANC-VERNET, 1969).

Das Aussterben der Gattungen *Uvigerina* und *Pyrgo* und die prozentuale Verschiebung der Bolivinen zugunsten der Bulimininen unterstreichen die regressiven Verhältnisse an der Wende unteres/mittleres Messin. Wie die an Bolivinen und Bulimininen reiche Gemeinschaft zeigt, liegt nunmehr der Bereich des inneren Schelfes bis Sublitorals vor (150 - 50 m).

Schließlich bleibt im Liegenden der Evaporite noch eine Reliktfaua bestehen, die sich aus Elphidien, Quinqueloculinen und *Ammonia beccarii* sowie pela-

gischen Foraminiferen zusammensetzt. Diese Gemeinschaft läßt auf geringe Tiefe schließen, wohl um 50 m.

Verbunden mit der Regression ist eine Veränderung der Salinität. Schon die Faunengemeinschaft des unteren Messins kann wegen der Artenarmut bei gleichzeitigem Individuenreichtum sowie der bereichsweisen hypersalinen Erscheinungen wie Zwergwuchs nicht mehr als voll marin angesehen werden. Es liegt polysalines Milieu vor.

Eine deutliche Salinitätssteigerung und Anreicherung von Kalziumkarbonat spiegeln die hypersalinen Gemeinschaften des mittleren Messin wider. Zwergwuchs und akzessorische Skulpturierung sind bei zahlreichen Arten die Regel. Die Vorliebe einiger Arten (*Bulimina elongata subulata*, *Elphidium aculeatum* und *Schackoinella sarmatica*), Rippen, Knoten und Stacheln zu verdicken und vermehrt anzulegen, kann als Kompensationseffekt gedeutet werden. Das Überangebot an Kalziumkarbonat im hypersalinen Milieu mußte genutzt werden.

Außerdem schrumpft die Anzahl der Arten zusammen mit der Anzahl der Individuen, was ein sicheres Anzeichen für steigende Salinität ist.

Schließlich bleibt eine hypersaline Reliktgemeinschaft benthonischer Foraminiferen, bestehend aus

Vertretern des flachen litoralen Bereiches. Diese Fauna vermag sich über die erste Evaporationsphase hinaus zu halten und taucht neben den pelagischen Foraminiferengemeinschaften zwischen den Gipsen wieder auf, um in der Mitte der Gipsfolge ganz auszusterben.

Die Präsenz der pelagischen Foraminiferen einerseits und die benthonische Gemeinschaft des Litorals andererseits zeigen, daß es in dem hypersalinen marinen Ökosystem ökologische Nischen gegeben haben muß, in denen Reliktfaunen die Salinitätskrise überleben konnten: Die pelagischen Foraminiferen verdanken ihrer driftenden Lebensart ihr Überleben. Im Gegensatz zu den benthonischen Foraminiferen konnten sie sich die weniger konzentrierten, oberflächennahen Wasserschichten aussuchen. So erklärt sich auch das Nebeneinander von pelagischen Foraminiferen und Fischzähnen, während jede benthonische Foraminifere fehlt. Auch die Fische haben sich die oberflächennahen lebensfreundlicheren Wasserschichten ausgesucht.

Eine weitere ökologische Nische war in den strandnahen Biotopen durch den Zufluß von Süßwasser gegeben.

An der Wende Miozän/Pliozän wanderten mit der zanclinen Transgression "Trubi" neue Faunen ein.

Die zanclichen Foraminiferengemeinschaften unterscheiden sich deutlich von den messinen Gemeinschaften. Ihr Arten- und Individuenreichtum ist hoch. Die Gehäuse sind normal entwickelt. Neben den Foraminiferen gibt es eine vollmarine Restfauna mit Radiolarien, Ostracoden, Echinoiden, Lamellibranchiaten und Fischen. Der wachsende Anteil an pelagischen Foraminiferen und die benthonische Gemeinschaft mit *Planulina ariminiensis*, *Robulus clericii* und *Siphonina reticulata* deuten auf einen Tiefenbereich von 200 - 1000 m.

Das Profil Agios Sostis I entspricht in seinen faunistischen Verhältnissen dem Profil Kalamaki, allerdings es fehlt die litorale, an Elphidien reiche Gemeinschaft. Offenbar sind die Sedimente von Agios Sostis I so strandfern, daß sich die litoralen Vertreter nicht ausbreiten konnten.

Die extreme faunistische Verarmung der Sedimentfolge von Agios Sostis II (s. Abb. : 21) bei ausreichendem Diatomeenangebot sowie die typischen Flachwasser-Vertreter der Reliktfauuna mit *Ammonia beccarii* und Elphidien lassen auf einen litoralen Biotop schließen. Die Gehäuse sind schlecht erhalten und schließen postmortale Auflösung, wie sie in hypersalinen Marschgebieten beobachtet wurde, nicht

aus. Es handelt sich um einen Biotop, vergleichbar den Sabkhas des heutigen Persischen Golfes (PURSER, 1973).

Charakteristisch für das flache (bis 20 m) litorale Milieu ist auch im Anschluß an die Gipse die ausgesprochen hyposaline Gemeinschaft, bestehend aus *Ammonia beccarii* und *Cyprideis pannonica agrigentina* sowie *Cyprideis torosa*. Die Artenarmut bei Individuenreichtum, normale Gehäusegröße sowie teils dünnschalige Gehäuse schließen hypersalines Milieu aus. Das Auftreten dieser Gemeinschaft im Anschluß an die Gipse beweist, daß ein Überleben in brackigen Randbereichen unter Süßwassereinfluß möglich war und daß sich im litoralen Biotop von derartigen Nischen aus die Fauna zunächst ausbreitete, bis sich im Zuge kleinerer transgressiver Phasen wieder eine marine Fauna einstellen konnte.

Die faunistische Zusammensetzung und der Biotop der zanclichen Transgressionssedimente von Agios Sostis II entsprechen ihrem Äquivalent von Kalamaki.

#### 5.4.2 Kephallinia

Wie schon die Einschaltung von grobklastischen Sedimenten in die Mergellagen zeigt, liegen im Profil

Kap Liakas (s. Abb. : 22) bewegtere Sedimentationsverhältnisse vor als in Kalamaki. Diese Tatsache spiegelt sich auch in der Fauna wider. Im ausgehenden Torton und unteren Messin wechselt die von Kalamaki bekannte Gemeinschaft der Buliminidae mit einer Gemeinschaft, die von Elphidien und Asterigerinen dominiert wird. Auffallend ist, daß die Buliminidae an die Mergel gebunden sind, während die Flachwasser-Gemeinschaft in den grobklastischen Einschaltungen auftaucht. Diese Erscheinung spricht dafür, daß eine Mischung von Schelf- mit Litoral-Gemeinschaften infolge starker erosiver Kräfte vorliegt. Im übrigen finden die gleichen ökologischen Vorgänge statt wie in Kalamaki. An der Wende unteres/mittleres Messin fallen die Gattungen *Uvigerina* und *Pyrgo* aus, schließlich bleiben auch die Buliminidae weg. Es liegt auch in Kephallinia ein sich langsam verflachender Schelf vor. Der Unterschied besteht darin, daß der Biotop von Kap Liakas im Vergleich zu Kalamaki sich in größerer Strandnähe befindet und somit erosiven Kräften und klastischen Schüttungen ausgesetzt ist.

Die im mittleren Messin anhaltende Regression führt zur Dominanz litoraler Foraminiferengemeinschaften. Neben den hypersalinen Erscheinungen, wie sie von Kalamaki bekannt sind, machen sich auch hyposaline Einflüsse geltend. Zu der einen

brackigen Biotop signalisierenden Ammonia-Cyprideis-Gemeinschaft gesellt sich noch die Gastropoden-Gattung *Melanopsis*. Es liegt ein messiner Küstenbereich vor mit fluviatilen Einflüssen, wobei eine Tiefe von unter 50 m nicht auszuschließen ist, da die pelagischen Foraminiferen zurückgehen und schließlich ganz fehlen.

Ein weiteres Indiz für die unmittelbare Nähe des Festlandes stellen Reste von Seegras und terrestrischen Pflanzen dar, wie sie im mittleren Messin im Profil Kap Liakas gefunden wurden (BRAUNE et al., 1973).

Im Unterschied zu Kalamaki sind die, den Gipslagen zwischengeschalteten Mergel frei von jeglicher Fauna, was auch für die litorale Position des Biotopes spricht. Die im gleichen Bereich in Kalamaki auftretenden pelagischen Foraminiferen sind im extrem hypersalinen Flachwasser nicht lebensfähig.

Mit der Transgression des Zanclicins wanderte auch in Kephallinia eine neue Fauna ein, die im wesentlichen ihrem Pendant von Kalamaki entspricht. Dennoch bestehen Unterschiede: Der Anteil der pelagischen Foraminiferen ist geringer als in Kalamaki; die Artenvielfalt ist höher; die Gehäuse weisen ein enormes Größenwachstum auf. Darüber hinaus kom-

men Amphisteginen sowie Asterigerinen in beachtlicher Anzahl vor. Diese Unterschiede sprechen für einen geringeren Tiefenbereich des Zanclics als in Kalamaki. Während auf Zakynthos das Bathyal vorliegt, handelt es sich in Kephallinia um Sedimente des äußeren und inneren Schelfes. Besonders *Amphistegina lessonii* spricht für einen flachen, sehr warmen marinen Biotop. Vergleiche mit rezenten Daten zeigen, daß *Amphistegina lessonii* heute in tropischen Lagunen (SHANKARANARAYANA, 1973) sowie in tropischen Schelfmeeren in Verbindung mit Korallenriffen vorkommt (MURRAY, 1973). Demnach stellen die Transgressionssedimente der "Trubi" nicht nur Tiefsee-Sedimente dar, sondern enthalten auch neritische Komponenten.

#### 5.4.3 Korfu

Die Faunengemeinschaften von Paghi und Kavadades gleichen sich in ihren wesentlichen Bestandteilen (s. Abb.: 23 u. 24). Die geringfügige Präsenz der Bulliminidae und die Dominanz litoraler Gemeinschaften lassen auf einen Tiefenbereich von maximal 50 m schließen. Der Wechsel von Mergeln und Areniten im Verein mit dem Wechsel von *Ammonia*/

Cyprideis- mit Elphidium/Quinqueloculina-Gemeinschaft sowie das sporadische Auftreten von pelagischen Foraminiferen spiegeln das litorale Ökosystem Strandwall - Lagune - Marsch wider. Der rezente Vergleich ist durch zahlreiche Beispiele von MURRAY (1973) und palökologisch von BROECKMAN (1974) anhand der lagunären, neogenen Sedimente der Insel Rhodos gegeben.

Das unmittelbare Nebeneinander von hyposalinen und hypersalinen Erscheinungen beweist das schnelle Umschlagen der Salinitätsverhältnisse in diesem litoralen Biotop (MURRAY, 1973). Die Übergänge zwischen beiden Salinitätsbereichen sind hier nur schwer zu rekonstruieren. Die Gezeiten einerseits und Süßwasserzuflüsse andererseits sorgen für Umlagerungseffekte sowie für eine häufige Änderung der Salinität, sodaß Mischfaunen gebildet werden.

Besonders deutliche Süßwassereinflüsse treten im Anschluß an die Gipsschichten im Profil Kavadales auf. Unmittelbar nach der Evaporationsphase breitet sich eine hyposaline Gemeinschaft aus. Der Nischeneffekt wird deutlich. Außerdem kommt die Konkurrenz zwischen Ostracoden und benthonischen Foraminiferen im hyposalinen Milieu gut zum Aus-

durch (s. Abb. : 24). Während anfänglich *Ammonia beccarii tepida* neben *Cyprideis pannonica* noch zahlreich vertreten ist, nimmt *Ammonia beccarii* allmählich gegenüber *Cyprideis* ab und bleibt schließlich ganz weg. Außer Diatomeen sind die Ostracoden die einzigen Organismen. Nachdem die Gattung *Cyprideis* typisch für brackisches Milieu ist (SANDBERG, 1964, DECIMA, 1967), handelt es sich in diesem Abschnitt des Profils um einen Aussüßungshorizont. In solch einem extrem hyposalinen Biotop können Foraminiferen nicht mehr leben, jedoch Ostracoden. Generell hat die Analyse der messinen Sedimente gezeigt, daß im hypersalinen Milieu die Foraminiferen besser existieren können, während im hyposalinen Milieu die Ostracoden besser leben können.

## 5.5 Paläogeographie

### 5.5.1 Die paläogeographischen Verhältnisse im Messin und Zancin der Ionischen Inseln

Aufgrund der lithologischen, stratigraphischen und palökologischen Befunde lassen sich für das Messin und Zancin folgende paläogeographischen Gegebenheiten rekonstruieren:

Die Gegenüberstellung der Aufschlüsse von Zakynthos und Kephallinia ergibt für das ausgehende Torton sowie Messin im Bereich der Ionischen Inseln ein Schelfbecken. Sowohl die Biofazies, als auch die Lithofazies mit Flachwasserbildungen wie Selenit und Knollengips schließen Tiefsee-Verhältnisse aus. Die Regression dieses Schelfmeeres während des Messins kann im Zusammenhang mit tektonischen Vorgängen, wie die Hebung von Teilgebieten der Paxos-Zone sowie der Abschnürung des messinen Mittelmeeres vom Atlantik gesehen werden. Infolge eines heißen trockenen Klimas, wie es die pelagischen Foraminiferen und die Flora beweisen, stieg die Evaporation. Gleichzeitig wuchs die Salinität. Im Schelfbecken stellte sich eine Wasserschichtung ein, wobei die höher konzentrierten, spezifisch schwereren, anaeroben, lebensfeindlichen Schichten am Beckengrund und die weniger konzentrierten an der Wasseroberfläche zu finden waren.

Außerdem bewirkte die Regression eine verstärkte erosive Tätigkeit der Flüsse, die sich in die trocken-gefallenen, brackigen Gebiete einschnitten und grobklastische Sedimente in das Becken lieferten. Zwischen dem regressiven messinen Schelfmeer und dem Festland breitete sich ein Gürtel mit Lagunen

oder Strandseen und Salzmarschen (Sabkhas) aus. Stellvertretend dafür ist die Schichtfolge von Paghi und Kavadades.

Bei der, für die Ausfällung von Gips entscheidenden Sulfatkonzentration (etwa dreifach, FÜCHT-BAUER et al., 1970) kam es zur Ablagerung von Evaporiten in allen im beschriebenen, marinen Ökosystem möglichen Räumen, das bedeutet sowohl im Schelfbecken, als auch in den litoralen Bereichen.

Stellvertretend für die festlandsnahen Faziesbereiche stehen die Sedimente von Kap Liakas, für die strandfernen die Schichtfolge von Kalamaki. Agios Sostis teilt sich zwischen beiden Möglichkeiten: Agios Sostis I entspricht dem strandfernen Schelf, Agios Sostis II dem Litoral.

Wie die sechs, durch Mergellagen voneinander getrennten Gipsfolgen von Kalamaki zeigen fanden im Schelfbecken sechs Evaporationsphasen statt. Dabei konnte es infolge synsedimentärer Rutschungen hervorgerufen durch Senkungsvorgänge auch im Schelfbecken zur Ablagerung von Gipskonglomeraten kommen. Im Litoral lassen sich diese sechs Hauptphasen nur mit Mühe rekonstruieren. Die Randgebiete können eigene kleinere Evaporationsphasen mitgemacht haben, oder die Gipse sind infolge der Regression resedimentiert worden, wie es die mäch-

tigen Gipskonglomerate von Kap Liakas beweisen.

Zwischen den einzelnen Evaporationsphasen kam es zum Zufluß weniger konzentrierten Wassers, einmal von seiten des Meeres, zum anderen von seiten des Festlandes. Es konnte sich in den oberflächennahen Wasserschichten vorübergehend eine Faunengemeinschaft bestehend aus pelagischen Foraminiferen, Fischen und Diatomeen wieder ausbreiten. In den Randbereichen kam es zu einer Wiederbelebung durch Brackwasserfaunen.

An der Wende Miozän/Pliozän setzte die im gesamten Mittelmeerraum bekannte Transgression "Trubi" ein und überschwemmte die messinen Evaporit-Gebiete. Das zancline Meer war im Gegensatz zum messinen ein voll mariner Biotop, mit warmem, kalkreichem und gut durchlüftetem Wasser. Es sind die Faziesbereiche des Bathyal und des Schelfes vertreten.

#### 5. 5. 2 Die paläogeographischen Verhältnisse der Ionischen Inseln im Vergleich zum Mittelmeerraum

Die rekonstruierten paläogeographischen Verhältnisse im Messin der Ionischen Inseln stehen nicht isoliert im Gesamtbereich der Tethys. Die gleichen Faziestypen lassen sich im Mittelmeergebiet finden.

Die Litoralfazies ähnlicher Ausbildung wie auf den Ionischen Inseln kommt im nördlichen Teil des messinen sizilianischen Beckens vor (SELLI, 1973). Die Schelffazies findet sich häufig in den Abruzzen, in Kalabrien und im sizilianischen Becken (OGNIBEN, 1957; SELLI, 1973). Allerdings fehlen im Ionischen Raum die Kontinentalfazies und die Tiefseefazies, die im Raum der westlichen Tethys gefunden wurden (DROOGER, 1973).

Was die Entstehung der messinen Evaporite im Mittelmeerraum angeht, so stehen sich zwei Modelle gegenüber: das Wüsten-Modell und das ozeanische Modell.

Das Wüsten-Modell basiert auf den Ergebnissen der Bohrungen von Leg 13 des DSDP (HSÜ et al., 1973), es geht davon aus, daß die Evaporite in unterschiedlich tiefen Becken der partiell trockengefallenen Tethys abgelagert wurden. Diese Becken sollen tausende von Metern unter dem Wasserspiegel des Atlantik gelegen haben und waren vollständig vom Atlantik getrennt.

Das ozeanische Modell (SELLI, 1954) nimmt an, daß der Wasserspiegel der messinen Tethys nur

geringfügig unter dem Wasserspiegel des Atlantik situiert war. Die Evaporite wurden in den verschiedenen im marinen Ökosystem möglichen Räumen gebildet. Während des Messins bestand ein ständiger Zustrom von weniger konzentriertem Atlantikwasser über Schwellen in die Tethys.

Die Lösung solch eines grundlegenden überregionalen Problems ist aus der regional begrenzten Sicht des Arbeitsgebietes kaum möglich. Die Befunde genügen weder dem einen Modell völlig, noch dem anderen. Für das Wüsten-Modell sprechen die stark regressiven Erscheinungen und die ein heißes trockenes Klima anzeigende Fauna und Flora.

Der Zustrom von weniger konzentriertem Wasser und die Existenz von Faunengemeinschaften in den Mergeln zwischen den Evaporit-Zyklen passen mehr in das Konzept des ozeanischen Modells. Generell wird das ozeanische Modell der Vielfalt der messinen Faziesbereiche im Mittelmeerraum gerechter, das Wüsten-Modell ist wohl zu eng geschneidert.

## 6. Systematik

### 6.1 Pelagische Foraminiferen

Überfamilie : Globigerinacea  
 Familie : Globorotaliidae  
 Unterfamilie : Globorotaliinae  
 Gattung : Globorotalia CUSHMAN 1927

#### Globorotalia acostaensis BLOW

Taf. 1, Bild 1, 4, 5

1959 Globorotalia acostaensis Blow. - BLOW, S. 208,  
 Taf. 17, Fig. 106a-c, 107.

1972 Globorotalia acostaensis Blow. - BIOZON + BIZON,  
 S. 11 - 14, Bild 1 - 10.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3264

Beschreibung: Das Gehäuse ist trochospiral und flach. Der letzte Umgang besitzt 4 bis 5 Kammern, wobei die letzte Kammer oft in ihrer Größe reduziert ist. Die Äquatorial-Peripherie ist rund und gelappt. Die Mündung trägt stets eine deutliche, breite Lippe, welche die Nabelregion verdecken kann.

Bemerkungen: *G. acostaensis* steht *G. continuosa* sehr nahe, unterscheidet sich von ihr durch die größere Anzahl der Kammern pro Umgang und eine stärker lobate Äquatorial-Peripherie sowie flachere Mündung.

Verbreitung: als Zonenleittform innerhalb der *Globorotalia acostaensis* - Intervall-Zone; im Torton und Messin von Kephallinia und Zakynthos.

Globorotalia dutertrei D'ORBIGNY

Taf. 1, Bild 3, 6

1839 *Globorotalia dutertrei* d'Orbigny. -D'ORBIGNY,  
S. 84, Taf. 4, Fig. 19 - 21.

1972 *Globorotalia dutertrei* d'Orbigny. -BIZON + BIZON,  
S. 31 - 36, Bild 1 - 19.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3265

Beschreibung: Das Gehäuse ist trochospiral und hoch gewölbt. Der letzte Umgang hat 5 bis 6 Kammern, wobei die letzte Kammer reduziert sein kann. Die Äquatorial-Peripherie ist rund bis oval und gelappt. Die Nabelregion ist eng und kann durch die letzte Kammer verdeckt sein. Die letzte Kammer ist herabgezogen und läßt eine schmale Mündung mit oder ohne Lippe erkennen.

Bemerkungen: *G. dutertrei* ist eng verwandt mit *G. humerosa*. Sie unterscheidet sich von ihr durch das deutlich höher gewölbte Gehäuse (BIZON + BIZON, S. 31).

Verbreitung: als Zonenleittform innerhalb der *Globorotalia dutertrei* - Intervall-Zone; im Messin und Zancin der Ionischen Inseln.

Globorotalia humerosa TAKAYANAKI + SAITO

Taf. 1, Bild 2

1962 Globorotalia humerosa Takayanaki + Saito. -

TAKAYANAKI + SAITO, Sci. Repts. Sendai. Ser. 2,  
5, S. 78, Taf. 28, Fig. 1a-c.

1972 Globorotalia humerosa Takayanaki + Saito. -

BIZON + BIZON, S. 31 - 36, Bild 1 - 19.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3266

Bemerkungen: G. humerosa unterscheidet sich nur durch die Wölbung der Spiralseite von G. dutertrei, G. humerosa ist flach.

Verbreitung: als Zonenleitform neben G. dutertrei, im Messin und Zanclin der Ionischen Inseln.

Globorotalia margaritae BOLLI + BERMUDEZ

Taf. 2, Bild 1, 4

1965 Globorotalia margaritae Bolli + Bermudez. - BOLLI +

BERMUDEZ, Bol. Infor. asoc. venez. Geol. Miner.  
Petro., 8, 5, S. 139, Taf. 1, Fig. 16 - 18.

1972 Globorotalia margaritae Bolli + Bermudez. - BIZON +

BIZON, S. 67 - 74, Bild 1 - 17.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3267

Beschreibung: Das Gehäuse ist trochospiral und flach. Die Anzahl der Kammern streut zwischen 14 bis 17, auf den letzten Umgang entfallen 5 bis 6 Kammern. Die Kammern

nehmen rasch an Größe zu. Die Äquatorial-Peripherie ist oval, nur die letzten beiden Kammern sind schwach lobat.

Die Axial-Peripherie ist gekielt. Die Dorsalsuturen sind stark nach hinten gekrümmt, die Ventralsuturen nur leicht gekrümmt. Sie bestehen aus hyalinem Material und bilden einen peripheren Kiel. Die Umbilikalregion ist gekörnelt. Der Nabel ist eng und nicht zu tief. Die Mündung liegt umbilikalextraumbilikal, interiormarginal als flacher Bogen an der Basis der letzten Kammer, sie weist eine schmale oder breite Lippe auf.

Bemerkungen: CITA (1973, S. 1366) unterscheidet verschiedene Unterarten zu *G. margaritae* (*G. margaritae* *evoluta*-Linie), welche sich durch eine rundere und stärker gelappte Äquatorial-Peripherie voneinander unterscheiden. Ähnliche phylogenetischen Entwicklungen konnten für das Arbeitsgebiet nicht bestätigt werden.

Verbreitung: als Zonenleitform in der *Globorotalia margaritae* - Intervall-Zone, im Zancin von Zakynthos.

Gattung: *Sphaeroidinellopsis* BANNER + BLOW, 1959

*Sphaeroidinellopsis subdehiscens* (BLOW)

Taf. 2, Bild 3, 6

1959 *Sphaeroidinellopsis subdehiscens* (Blow). - BANNER + BLOW, S. 15, Fig. 4f, 5a-c.

1976 *Sphaeroidinellopsis subdehiscens* (Blow). -

BENSON, S. 115, Bild 1a, 2a.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3268

Beschreibung: Das Gehäuse ist flach trochospiral, der letzte Umgang besitzt drei Kammern, wovon die letzte Kammer fast so groß ist wie die beiden vorletzten zusammen. Die Suturen sind nur schwach eingeschnitten. Die Mündung liegt umbilikal und ist schlitzförmig. Sie reicht bis zur Peripherie.

Bemerkungen: *S. subdehiscens* unterscheidet sich von *Sphaeroidinellopsis seminulina* (SCHWAGER) durch ihren gedrungenen Umriss, bedingt durch die Übergröße der Finalkammer (DREMEL, 1968, S. 77).

Verbreitung: in der *Sphaeroidinellopsis* - Acme-Zone; im Messin und Zanclin der Ionischen Inseln.

*Sphaeroidinellopsis* aff. *subdehiscens* *paenedehiscens* BLOW

Taf. 2, Bild 2, 5

1969 *Sphaeroidinellopsis* aff. *subdehiscens* *paenedehiscens*

Blow. - BLOW, 1. Intern. Conf. Plank. Microf.,  
Leiden, S. 386, Taf. 30, Fig. 4, 5, 9.

1972 *Sphaeroidinellopsis* aff. *subdehiscens* *paenedehiscens*

Blow. - BIZON + BIZON, S. 289 - 292,  
Bild 1 - 5.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3269

Beschreibung: Das Gehäuse ist flach trochospiral mit 3 bis 5 Kammern im letzten Umgang. Die Suturen sind schwach eingeschnitten. Die Gehäusewand weist große Poren auf, die besonders entlang der Spiralsuturen zu sekundären Öffnungen verschmelzen. Die Äquatorial-Peripherie ist leicht gelappt. Die Mündung fällt durch ihre Größe auf, sie reicht vom Nabel bis zur Peripherie.

Bemerkungen: Die vorliegende Unterart unterscheidet sich durch die große Mündung sowie die sekundären Öffnungen von *S. subdehiscens*.

Verbreitung: in der Sphaeroidinellopsis - Acme-Zone; im Zancin von Zakynthos und Kephallinia.

## 6.2 Benthonische Foraminiferen

Unterordnung : Textulariina  
 Überfamilie : Lituolacea  
 Familie : Ataxophragmildae  
 Unterfamilie : Valvuliniae  
 Gattung : Karreriella CUSHMAN 1933

Karreriella bradyi (CUSHMAN)

Taf. 4, Bild 8, 10

1911 Gaudryina bradyi Cushman. - CUSHMAN, U. S. Nat. Mus. Bull., 71, S. 67, Fig. 107a - c.

1971 *Karrieriella bradyi* (Cushman). - MURRAY,  
S. 47, Taf. 16, Bild 1 - 4.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3270

Beschreibung: Der Anfangsteil des Gehäuses ist trocho-  
spiral und besitzt 5 Kammern. Er geht in einen biserialen  
Endteil über. Die Suturen sind gerade und nur schwach  
eingeschnitten. Die fein agglutinierte, glatte Gehäusewand  
hat eine glänzende Oberfläche. Die Mündung liegt an der  
Basalsutur und weist eine Lippe auf.

Verbreitung: im normal marinen Milieu, äußerer Schelf  
bis Bathyal; im Zancin von Zakynthos und Kephallinia.

|              |                                  |
|--------------|----------------------------------|
| Unterordnung | : Miliolina                      |
| Überfamilie  | : Miliolacea                     |
| Familie      | : Miliolidae                     |
| Unterfamilie | : Quinqueloculininae             |
| Gattung      | : Quinqueloculina D'ORBIGNY 1826 |

Quinqueloculina oblonga (MONTAGU)

Taf. 3, Bild 7

1803 *Vermiculum oblongum* Montagu. - MONTAGU, Test.  
Brit., S. 522, Taf. 14, Fig. 9.

1971 *Quinqueloculina oblonga* (Montagu). - MURRAY,  
S. 63, Taf. 23, Fig. 4 - 8.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3271

Beschreibung: Das Gehäuse ist quinqueloculin, länglich und oval in der Axial-Peripherie. Die Mündung liegt terminal und weist einen kräftigen Stifzahn auf.

Bemerkungen: Die vorliegende Art wurde aufgrund abnormaler Zahnausbildungen schon zur Gattung *Millonella* gestellt (MURRAY, 1971, S. 63).

Verbreitung: auf dem inneren Schelf; im Messin von Zakynthos.

*Quinqueloculina thumae* n. sp.

Taf. 3, Bild 1 - 3, 5 (Holothypus)

Namengebung: zu Ehren von Frau Karin Thum.

Holotypus: 3272

Paratypoid: 3273

Locus typicus: Küstenhang südöstlich des Dorfes Kalamaki, Insel Zakynthos, Westgriechenland.

Stratum typicum: *Globorotalia dutertrei/humerosa*  
- Intervall-Zone, Messin.

Material: Probe Nr. 4

Diagnose: Eine neue Art der Gattung *Quinqueloculina* mit folgenden Besonderheiten: Das Gehäuse ist komprimiert, besitzt eine scharf gekielte Peripherie und starke

Rippen; die Kammern erweitern sich blattartig.

Beschreibung: Das quinqueloculine Gehäuse ist oval und wirkt komprimiert. Die Axial - Peripherie ist scharf gekielt. Die Kammern sind teilweise schneidig ausgebildet, teilweise erweitern sie sich flächig und bilden unregelmäßige polygonale Kammerdecken. Die Suturen sind deutlich eingeschnitten. Die Kammern sind gebogen. Die Gehäusewand ist rau und wirkt rissig. Die Kammern können kleine Rippen haben. Die Mündung liegt terminal und ist leicht vorgezogen. Sie besitzt einen einfachen Stiftzahn.

Größe: Länge: 1, 1 - 0,8 mm.

Bemerkungen: *Q. thumae* ähnelt *Q. longirostra* D'ORB., unterscheidet sich jedoch durch die Ausbildung der Kammern deutlich. *Q. thumae* ist sehr nah verwandt mit *Q. lachesis* KARRER (1868, S. 26, Taf. 2, Fig. 4), sie besitzt allerdings nur eine einfache Mündung. Außerdem ist die Verbreitung der Kammern bei *Q. lachesis* nicht so ausgeprägt, wie bei *Q. thumae*.

Verbreitung: im normal marinen und schwach hypersalinen Milieu, innerer Schelf, im Messin von Zakynthos.

*Robulus clericii* (FORNASINI)

Taf. 3, Bild 4

1895 *Cristellaria clericii* Fornasini. - FORNASINI,  
Bologna, Tipografia Gamberini e Parmeggiani, S. 1

1967 *Robulus clericii* (Fornasini). - MARAGOU-  
DAKIS, S. 60, Taf. 10, Fig. 2a - b.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3274

Verbreitung: im normal marinen Milieu, äußerer Schelf  
und Bathyal, im Zancle der Ionischen Inseln.

*Planularia auris cymba* (D'ORBIGNY)

Taf. 3, Bild 6

1957 *Planularia auris* (Defr.) var. *cymba* (d'Orb.). -  
A. G. I. P., Taf. 2, Fig. 5.

1967 *Planularia auris cymba* (d'Orbigny). - MARAGOU-  
DAKIS, S. 58, Taf. 9, Fig. 1.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3275

Beschreibung: Das Gehäuse ist planspiral, bilateral,  
symmetrisch und sehr flach. Die Gehäusewand trägt  
Längsrippen. Die Peripherie ist gekielt. Die Mündung  
ist strahlig und liegt im peripheren Winkel.

Verbreitung: im normal marinen Milieu, Schelf; im  
Zancle von Kephallinia.

Überfamilie : Buliminacea

Familie : Buliminidae

Unterfamilie : Bulimininae

Gattung : *Bulimina* D'ORBIGNY 1826

*Bulimina elongata subulata* CUSHMAN + PARKER

Taf. 5, Bild 2, 5

1951 *Bulimina aculeata* (d'Orbigny). - HOFKER,  
S. 151, Fig. 92, S. 152 - 154, Fig. 93, 94.

1960 *Bulimina elongata subulata* Cushman + Parker. -  
CHRISTODOULOU, S. 41, Taf. 16, Fig. 8.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3276

Beschreibung: Das Gehäuse ist länglich spiral und triserial. Es besitzt 3 Kammern pro Windung. Die Gesamtzahl der Kammer beträgt 9 bis 12. Die Kammersturen sind schwach eingeschnitten. Die Kammerwände sind mit Knoten besetzt. Der Anfangsteil des Gehäuses trägt Stacheln. Die Mündung erstreckt sich schleifenförmig von der Basalsutur bis zum Scheitel der letzten Kammer, sie besitzt eine Zahnplatte.

Bemerkungen: Die Skulpturierung von *Bulimina elongata subulata* variiert in Abhängigkeit von der Salinität: Während die im schwach hypersalinen Milieu vorkommenden Formen bis zur letzten Kammer Knoten aufweisen, sind die Vertreter der übrigen Salinitätsbereiche ohne Knoten. Nach LOEBLICH + TAPPAN (1964) kann *Bulimina elongata* zur Gattung *Caucasina* gestellt werden.

Verbreitung: im schwach hypo- und hypersalinen Milieu, Schelf und oberes Bathyal; im Torton und Messin von Zakynthos, Kephallinia und Korfu.

Gattung : *Bolivina* D'ORBIGNY 1839

*Bolivina dilatata dilatata* REUSS

Taf. 5, Bild 1, 4

1937 *Bolivina dilatata* Reuss. - CUSHMAN,  
S. 78, Taf. 9, Fig. 17 - 20.

1967 *Bolivina dilatata dilatata* (Reuss). - HOFMANN,  
S. 154 - 156, Taf. 5, Fig. 14a - b.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3277

Beschreibung: Das Gehäuse ist keilförmig, abgerundet und ohne Kiel. Die Kammern sind in Suturnähe perforiert. Die Suturen sind schwach eingeschnitten und zähnenförmig gekrümmt. Die Mündung reicht bis zum Scheitel der letzten Kammer, sie ist schlitzförmig und weist eine Zahnplatte auf.

Bemerkungen: Die Anordnung der Poren variiert stark bei *Bolivina dilatata dilatata*, bei einigen Exemplaren bleiben die Poren auf die Ränder beschränkt, bei anderen erstrecken sie sich über das gesamte Gehäuse und bilden Übergangsformen zu *Bolivina dilatata hyalina*.

Von einer Zuordnung zur Gattung *Brizalina* (LOEBLICH + TAPPAN, 1964) kann wegen des zähnenartigen Kammerlobus abgesehen werden.

Verbreitung: im normal marinen und schwach hyposalinen sowie hypersalinen Milieu, Schelf und oberes Bathyal; im Torton und Messin von Zakynthos, Kephallinia und Korfu.

Bolivina dilatata hyalina HOFMANN

Taf. 5, Bild 3

1967 *Belivina dilatata* hyaline Hofmann. - HOFMANN,  
S. 156 - 157, Taf. 1, Fig. 7a - b, 8a - c, 9a - c.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3278

Beschreibung: Das Gehäuse ist keilförmig, die Seiten sind spitz und ungekielt. Die Suturen verlaufen gebrochen und verdicken sich in der Medianlinie. Es entsteht ein deutlicher Medianwulst. Die Perforationen sind im Vergleich zu *Bolivina dilatata dilatata* zahlreicher.

Größe: Länge: 0,39 - 0,17 mm; Breite: 0,20 - 0,13 mm;  
Dicke: 0,10 - 0,08 mm; Verhältnis: L : B, B : D, s. Abb. : 14.

Bemerkungen: Die vorliegende Unterart unterscheidet sich vor allem durch den hyalinen Medianwulst von *Bolivina dilatata dilatata* (HOFMANN), 1967, S. 157).

Verbreitung: im schwach hypo- und hypersalinen Milieu, Schelf; im Messin von Zakynthos.

*Bolivina dilatata schroederæ* n. ssp.

Taf. 5, Bild 6 (Holotypus)

Namengebung: zu Ehren von Frau H. Schroeder.

Holotypus: 3279

Paratypoid: 3280

Locus typicus: Küstenhang südöstlich des Dorfes Kalamaki, Insel Zakynthos, Westgriechenland.

Stratum typicum: Globorotalia dutertrei/humerosa - Intervall-Zone; Messin.

Material: Probe Nr. 8

Diagnose: Eine neue Unterart der Art *Bolivina dilatata* mit folgenden Besonderheiten: Das Gehäuse ist keilförmig und besitzt eine gezackte Peripherie sowie einen flachen Medianwulst.

Beschreibung: Das Gehäuse ist unregelmäßig, keilförmig. Die Kammern sind sehr spitz, sie enden in nadelförmigen Spitzen. Die Peripherie wirkt gezackt. das Gehäuse hat eine Tannenbaum-ähnliche Gestalt. Die Suturen verlaufen leicht gebrochen; sie verdicken sich zu einem Medianwulst. Die Gehäusewand weist zahlreiche Poren auf. Die Mündung liegt an der Basalsutur und erstreckt sich bogenförmig etwa bis zum Scheitel der letzten Kammer.

Größe: Länge 0,20 - 0,14 mm; Breite: 0,17 - 0,12 mm; Dicke: 0,09 - 0,07 mm.

Bemerkungen: Die Hauptunterschiede zu *Bol. dil. hyalina* bestehen in den sehr spitzen Kammern, den weniger gebrochenen Suturen und der geringeren Größe. Die vorliegende Unterart ist als der hypersaline Vertreter der *Bol.*

vina dilatata-Gruppe anzusehen.

Verbreitung: im schwach hypersalinen Milieu; im Messin von Zakynthos und Kephallinia.

Unterfamilie : Reussellinae

Gattung : Uvigerina D'ORBIGNY 1826

Uvigerina cretensis MEULENKAMP

Taf. 4, Bild 1, 2

1969 Uvigerina cretensis Meulenkamp. - MEULENKAMP,  
S. 141 - 142, Taf. 3, Fig. 16 - 21, Taf. 5, Fig. 5 - 19.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3281

Beschreibung: Der Anfangsteil der Gehäuse ist triserial, der Endteil uniserial. Die uniserialen Kammern sind in waagerechten oder schrägen, deutlich eingeschnittenen Suturen voneinander abgesetzt. Die Gehäusewand ist feinperforiert und trägt durchgehende Rippen unterschiedlicher Stärke, wobei die letzte Kammer glatt sein kann. Die Mündung befindet sich terminal, ist rund und hat einen Hals.

Bemerkungen: Die Uvigerina cretensis-Gruppe (MEULENKAMP), 1969, S. 138 - 144) zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß ihre Vertreter im Laufe des Obermiozäns sowie Unterpliozäns eine wachsende Anzahl uniserialer Kammern bilden. Die Ausbildung der uniserialen Kammern, das be-

deutet das Verhältnis von primitiven zu vollkommenen uniserialen Kammern, hilft, die Arten der phylogenetischen Kette zu unterscheiden. Die Anzahl der uniserialen Kammern von *Uvigerina cretensis* variiert von 0 bis 4. Die biometrischen Mittelwerte: das Verhältnis der uniserialen Kammern:  $s_2 = 84$ , die Anzahl der uniserialen Kammern:  $A : 2,5 - 3,0$ . Was die Taxonomie angeht, so schließt MEULENKAMP (1969, S. 131) eine Synonymie von der *Uvigerina cretensis*-Gruppe und der *Uvigerina gaudryinoides*-Gruppe (PAPP, 1966) nicht aus.

Verbreitung: im Bathyal und äußeren Schelf; als Zonenleitform der *Uvigerina cretensis* - Phylozone; im Torton von Kephallinia.

*Uvigerina lucasi* MEULENKAMP

Taf. 4, Bild 3 - 6, 9

1969 *Uvigerina lucasi* Meulenkamp. -MEULENKAMP,  
S. 142 - 143, Taf. 4, Fig. 1 - 20, Taf. 5, Fig.  
20 - 24, Taf. 6, Fig. 1 - 5 und 16 - 18.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3282

Beschreibung: Auf den triserialen Anfangsteil des Gehäuses folgt ein uniserialer Endteil, ein biserialer Übergang fehlt. Die uniserialen Kammern sind mit nahezu waagerechten Suturen abgesetzt. Die Ornamentierung kann in Abhängigkeit

von der Salinität stark variieren: Neben berippten Gehäusen treten auch hispide Formen mit Knoten auf. Der triseriale Anfangsteil weist im schwach hypersalinen Milieu gezähnte, stachelige Konturen auf. Die Stärke der Rippen, Knoten und Stacheln steigt mit der Salinität. Die Mündung liegt terminal und hat einen Hals.

Bemerkungen: Der Hauptunterschied zu *U. cretensis* besteht in der größeren Anzahl uniserialer Kammern, und zwar 5 bis 6. Die  $\bar{s}$ -,  $\bar{A}$ -Werte:  $\bar{s}_2 = 65$ ;  $\bar{A}$ : 3, 5. Außerdem zeigt *U. cretensis* nicht die Ornamentierungsvielfalt wie *U. lucasi*.

Verbreitung: im schwach hypersalinen Milieu, äußerer Schelf; als Zonenleitform in der *Uvigerina lucasi* - Phylozone; im Messin von Zakynthos und Kephallinia.

*Uvigerina rutila* CUSHMAN + TODD

Taf. 4, Bild 11

1941 *Uvigerina rutila* Cushman + Todd. - Cushman. Lab.  
For. Res., Contr., 17, S. 78, Taf. 20, Fig.  
16 - 22.

1976 *Uvigerina rutila* Cushman. - BENSON, S. 109,  
Bild 14a - b, 15a - b.

Hypotypoid: Sig. München Prot. 3283

Verbreitung: im normal marinen Milieu, äußerer Schelf, Bathyal, im Zancin von Kephallinia und Zakynthos.

Gattung : Trifarina CUSHMAN 1923

Trifarina bradyi CUSHMAN

Taf. 4, Bild 7

1923 Trifarina bradyi Cushman. -CUSHMAN, U.S. Nat.  
Mus. Bull., 104, S. 99, Taf. 22, Fig. 3a - b,  
4a - b, 5 - 8, 9a - b.

1971 Trifarina bradyi Cushman. -MURRAY, S. 125, Taf. 52,  
Fig. 1 - 6.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3284

Verbreitung: im normal marinen bis schwach hypersalinen Milieu, Schelf; im Torton und Messin Kephallinia.

Gattung : Gyroidinoides BROTZEN 1942

Gyroidinoides soldanii (D'ORBIGNY)

Taf. 8, Bild 3, 6

1826 Gyroidina soldanii d'Orbigny. -D'ORBIGNY, Ann.  
Sci. Nat., 7, S. 278, Modèle Nr. 36.

1967 Gyroidinoides soldanii (d'Orbigny). -MARAGOUDAKIS,  
S. 68, Taf. 11, Fig. 5.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3285

Verbreitung: im marinen Milieu, Schelf und Bathyal, im Torton von Kephallinia; im Zancin von Kephallinia und Zakynthos.

Familie : Siphoninidae

Gattung : Siphonina REUSS 1850

Siphonina reticulata (CZJZEK)

Taf. 6, Bild 1, 4

1848 Rotalia reticulata (Czjzek). -Abh. Naturw. Wien, 2, 1, S. 145, Taf. 13, Fig. 7 - 9.

1976 Siphonina retikulata (Czjzek). -BENSON, S. 104, Taf. 2, Fig. 16 - 18.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3286

Beschreibung: Das Gehäuse ist bikonvex, trochospiral und besitzt undeutliche Suturen. Die Gehäusewand ist mit großen Poren durchsetzt. Die Peripherie ist gezähnt. Der Nabel ist geschlossen und wird durch irregulär, radialstrahlige Poren markiert. Die Mündung liegt auf der Peripherie und weist eine Lippe auf.

Verbreitung: im normal marinen Milieu, Schelf; im Torton von Kephallinia; im Zancin von Zakynthos und Kephallinia.

Familie : Asterigerinidae  
 Gattung : Asterigerina D'ORBIGNY 1839

Asterigerina planorbis D'ORBIGNY

Taf. 6, Bild 2, 5

1846 Asterigerina planorbis d'Orbigny. -D'ORBIGNY,  
 S. 205, Taf. 2, Fig. 1 - 3.

1974 Asterigerina planorbis d'Orbigny. -BROEKMAN,  
 S. 129, Fig. 5a - b.

Hypotypoid: Sig. München Prot. 3287

Beschreibung: Das Gehäuse ist trochoid und besitzt eine evolute Spiralseite. Die Suturen sind dorsal wie ventral undeutlich. Die Gehäusewand ist feinperforiert. Der Nabel ist geschlossen. Die Ventralseite weist zahlreiche Runzeln auf. Die Mündung liegt auf der Basalnaht der Ventralseite zwischen der Peripherie und den Ventralkammern.

Verbreitung: im normal marinen sowie schwach hypersalinen Milieu; im Messin von Kephallinia und Korfu; im Zanclin von Kephallinia und Zakynthos.

Familie : Amphisteginidae  
 Gattung : Amphistegina D'ORBIGNY 1826

Amphistegina lessonii D'ORBIGNY

Taf. 8, Bild 9

- 1826 *Amphistegina lessonii* d'Orbigny. -Ann. Sci.  
Nat., 7, S. 304, Taf. 17, Fig. 1 - 4.
- 1931 *Amphistegina lessonii* d'Orbigny. -CUSHMAN,  
U. S. Nat. Mus. Bull., 104, 8, S. 79, Taf. 16,  
Fig. 1 - 3.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3288

Verbreitung: im normal marinen Milieu, innerer Schelf  
und Lagunen, im Zancin von Kephallinia.

Familie : Globigerinidae  
Unterfamilie : Globigerininae  
Gattung : Schackoinella WEINHANDL 1958

Schackoinella sarmatica WEINHANDL

Taf. 6, Bild 3, 6

1958 *Schackoinella sarmatica* Weinhandl. -Verh. Geol.  
Bundesanst., Wien, 2, S. 141, Taf. 1a - c.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3289

Beschreibung: Das Gehäuse ist trochospiral und erinnert  
in seinem Bauplan an Globigerina. Die Äquatorial-Peripherie  
ist nur schwach gelappt. Die Suturen sind undeutlich. Die  
Kammern tragen Stacheln oder Knoten. Der Nabel ist rund  
und eingesenkt und weist die Mündung auf.

Bemerkungen: Die Gattung unterscheidet sich von Hantkenina

CUSHMAN 1924 und Schackoia THALMANN 1932  
durch den globigerinenhaften Bau, die Mündung ähnelt  
mehr Pararotalia LE CALVEZ 1949 als Globigerina.

Verbreitung: im hypo- und hypersalinen Milieu, litoraler  
Bereich; im Messin von Kephallinia.

Familie : Elphidiidae  
Unterfamilie : Elphidiinae  
Gattung : Elphidium MONTFORT 1808

Elphidium aculeatum (D'ORBIGNY)

Taf. 7, Bild 2

1846 Polystomella aculeata d'Orbigny. -D'ORBIGNY,  
S. 131, Taf. 6, Fig. 27 u. 28.

1960 Elphidium aculeatum (d'Orbigny). -CHRISTODOULOU,  
S. 103, Taf. 6, Fig. 13.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3290

Beschreibung: Das Gehäuse ist flach und oval. Die Peri-  
pherie ist gekielt und weist in Verlängerung der gerade ver-  
laufenden Septen Stacheln auf. Die Gehäusewand kann gra-  
nulös sein.

Bemerkung: Die Größe und Dicke der Stacheln sowie die  
granulöse Ausbildung des Gehäuses variiert mit der Salini-  
tät.

Verbreitung: im hyper- und hyposalinen Milieu sowie im normal marinen Bereich, innerer Schelf sowie litoral, im Messin von Kephallinia und Korfu.

Elphidium crispum (LINNE)

Taf. 7, Bild 4

1758 *Nautilus crispum* Linné. -*Systema Naturae*, 10, Ed., S. 709.

1971 *Elphidium crispum* (Linné). -MURRAY; S. 155, Taf. 64, Fig. 1 - 6.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3291

Verbreitung: im normal marinen sowie schwach hypo- und hypersalinen Milieu, innerer Schelf und litoral, im Messin von Kephallinia und Korfu.

Elphidium felsense PAPP

Taf. 7, Bild 1

1963 *Elphidium felsense* Papp. -PAPP, S. 273, Taf. 11, Fig. 4.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3292

Beschreibung: Das Gehäuse ist klein, aber breit und gedrungen. Die Septen sind deutlich ausgebildet und nur geringfügig gebogen. Die Septalbrücken sind groß. Die Peripherie ist gekielt und trägt kleine Stacheln.

Bemerkungen: Der Unterschied zu *E. aculeatum* ist durch

die geringere Größe, den gedrungenen Bau, die gebogenen Septen und die kleineren Stacheln gegeben.

Verbreitung: im normal marinen und schwach hypersalinen Milieu, litoraler Bereich; im Messin von Kephallinia.

Elphidium fichtellianum (D'ORBIGNY)

Taf. 7, Bild 3

1846 Polystomella fichtelliana d'Orbigny. -D'ORBIGNY,  
S. 125, Taf. 6, Fig. 7 und 8.

1976 Elphidium fichtellianum (d'Orbigny). -BENSON,  
S. 112, Taf. 6, Bild 7 und 8.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3293

Beschreibung: Das Gehäuse ist flach und schmal. Die Peripherie ist gekielt. Die Septen sind weit zurückgebogen, die Septalbrücken sind kurz. Der Nabel liegt leicht versenkt und ist granulös.

Verbreitung: im normal marinen Milieu, Schelf; im Messin von Kephallinia.

Elphidium macellum (FICHTEL + MOLL)

Taf. 7, Bild 5

1798 Nautilus macellus Fichtel + Moll. -FICHTEL + MOLL,  
Test. Micros., S. 66, Taf. 10, Fig. h-k.

1967 Elphidium macellum (Fichtel + Moll). -MARAGOUDAKIS,  
S. 91, Taf. 16, Fig. 13.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3294

Beschreibung: Das Gehäuse ist rund und besitzt eine gekielte Peripherie. Die Septen sind nur schwach gebogen. Die Septalbrücken sind groß. Die umbilikale Region ist granulös.

Verbreitung: im hypo- und hypersalinen Milieu, litoraler Bereich, im Messin von Korfu, Kephallinia und Zakynthos.

Überfamilie : Nonionacea  
 Familie : Nonionidae  
 Unterfamilie : Nonioninae  
 Gattung : Nonion MONTFORT 1808

Nonion granosum (D'ORBIGNY)

Taf. 7, Bild 6, 7

1826 Nonionina granosa d'Orbigny. -D'ORBIGNY, S. 294,  
 Fig. 8

1967 Nonion granosum (d'Orbigny). -MARAGOUDAKIS,  
 S. 79, Taf. 14, Fig. 5.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3295

Verbreitung: im hyposalinen Milieu, litoraler Bereich, im Messin von Zakynthos, Kephallinia und Korfu.

Gattung : Florilus MONTFORT 1808

Florilus boueanus (D'ORBIGNY)

Taf. 8, Bild 5

1846 Nonionina boueana d'Orbigny. -D'ORBIGNY,  
S. 108, Taf. 5, Fig. 11 - 12.

1976 Florilus boueanus (d'Orbigny). -BENSON, S. 107,  
Taf. 3, Bild 15 - 18.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3296

Verbreitung: im normal marinen Milieu, äußerer Schelf;  
im Torton von Kephallinia.

|              |   |                         |
|--------------|---|-------------------------|
| Familie:     | : | Anomalinidae            |
| Unterfamilie | : | Anomalininae            |
| Gattung      | : | Cibicides MONTFORT 1808 |

Cibicides lobatulus (WALKER + JACOB)

Taf. 8, Bild 7, 8

1798 Nautilus lobatulus Walker + Jacob. -WALKER + JACOB,  
Adams Essays, Kanmachers Ed., S. 142, Taf. 14,  
Fig. 36.

1971 Cibicides lobatulus (Walker + Jacob). -MURRAY,  
S. 175, Taf. 73, Fig. 1 - 7.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3297

Verbreitung: im normal marinen Milieu, Schelf; im Torton  
von Kephallinia.

Gattung : Hanzawala ASANO 1944

Hanzawala producta (TERQUEM)

Taf. 8, Bild 1, 4

1882 Truncatulina producta Terquem. -Mem. Soc. Geol.  
France, 3, 2, S. 92, Taf. 9, Fig. 20 - 21.

1976 Hanzawala producta (Terquem). -BENSON, S. 110,  
Taf. 6, Bild 1 - 2.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3298

Verbreitung: im normal marinen Milieu, Schelf; im Torton  
und Messin von Kephallinia.

Gattung : Planulina D'ORBIGNY 1826

Planulina ariminensis (D'ORBIGNY)

Taf. 8, Bild 2

1826 Planulina ariminensis d'Orbigny. -D'ORBIGNY,  
S. 280, Taf. 5, Fig. 1 - 3.

1976 Planulina ariminensis (d'Orbigny). -BENSON,  
S. 107, Taf. 2, Bild 11.

Hypotypoid: Slg. München Prot. 3299

Verbreitung: im normal marinen Milieu, Schelf und oberes  
Bathyal; im Zancin von Zakynthos und Kephallinia.

## 7. Zusammenfassung

Die untersuchten obermiozänen und unterpliozänen Sedimente der fünf Profile, -Kalamaki und Agios Sostis I, II (Zakynthos), Kap Liakas (Kephallinia), Paghi und Kavadades (Korfu) - stellen eine Wechselfolge von Mergeln, Kalkareniten und Gipsen mit konglomeratischen Einschaltungen dar. Es ließen sich drei sedimentologische Einheiten voneinander unterscheiden: eine Liegendserie bestehend aus Mergeln, sandigen Mergeln, Kalken und Konglomeraten, eine mittlere Sedimentfolge von Gipsen mit zwischengeschalteten Gips-Mergeln und eine Hangendserie von Kalkmergeln. Während der Übergang von der Liegendserie zur mittleren fließend ist, besteht zur Hangendserie eine deutliche lithologische Grenze.

Die biostratigraphische Gliederung der untersuchten Sedimente wurde nicht nur mit Hilfe von planktonischen Foraminiferen, sondern auch mit benthonischen Foraminiferen durchgeführt. Es ließen sich vier planktonische und zwei benthonische Biozonen ausgliedern, es liegen folgende Zonen vor:

*Globorotalia acostaensis* - Intervall-Zone

*Globorotalia dutertrei/humerosa* -Intervall-Zone

*Sphaeroidinellopsis* -Acme-Zone

*Globorotalia margaritae* - Intervall-Zone

*Uvigerina cretensis* - Phylozone

### Uvigerina lucasi -Phylozone

Die Synthese der planktonischen und benthonischen Biozonen ergab für die Sedimentfolgen: Torton, Messin und Zancin.

Der Beginn des **M e s s i n s** ist im Bereich der Ionischen Inseln mit dem Zonen-Übergang *Uvigerina cretensis*/*Uvigerina lucasi* -Phylozone sowie dem Auftreten von *Globorotalia mediterranea* zusammen mit *Globorotalia dutertrei* und *Globorotalia humerosa* festgelegt. Das Ende des Messins, die Wende **M i o z ä n / P l i o z ä n**, ist durch den Wechsel von *Globorotalia dutertrei* - Intervall-Zone zu *Sphaeroidinellopsis* - Acme-Zone gegeben. Das **Z a n c i n** beginnt mit der *Sphaeroidinellopsis* -Acme-Zone. Die biostratigraphischen Zonen im Bereich der Ionischen Inseln lassen sich gut mit dem Mittelmeerraum korrelieren. Wie in Spanien oder Sizilien fällt der Beginn des Messins in die planktonische Standard-Zone N 17, das Ende des Messins liegt im Zonenübergang N 17/18.

Die nach variationsstatistischen Methoden durchgeführten pal-ökologischen Untersuchungen ergeben für die untersuchten Sedimente folgende **G e m e i n s c h a f t e n**:

Elne, von den **B u l i m i n i d a e** beherrschte Gemeinschaft, bestehend aus *Uvigerina cretensis* bzw. *lucasi*, *Bolivina dilatata*, *Bolivina marginata* und *Bulimina elongata subulata* neben *Pyrgo*

sowie Cibicides als Begleiter, eine von Elphidium und Asterigerina geprägte Gemeinschaft mit Elphidium macellum, Elphidium crispum, Elphidium aculeatum, Elphidium felsense und Asterigerina planorbis neben Nonion, Schackoinella und Quinqueloculina, schließlich die von Ammonia und Nonion dominierte Gemeinschaft.

Gemäß dieser Foraminiferengemeinschaften lassen sich für das obere Torton und untere Messin Sedimentationsräume des Schelfes um 200 m annehmen. Im mittleren und oberen Messin handelt es sich entweder um strandferne, verflachte Schelfbereiche - innerer Schelf - unter 100 m, oder strandnahe Bereiche des Litorals unter 50 m.

Die Salinitätskrise im Messin führte zur Verarmung der Gemeinschaften, zur Ausbildung hypersaliner Gesellschaften. Sie werden repräsentiert durch die Gemeinschaft von Elphidium und Quinqueloculina oder durch die Präsenz von pelagischen Foraminiferen im Verein mit Fischzänen. Diese Gemeinschaften sind arm an Arten und arm an Individuen.

Darüber hinaus ließen sich neben dem bekannten Zwergwuchs noch für das hypersaline Milieu typische akzessorische Gehäuseelemente nachweisen.

Im Gegensatz zu den hypersalinen Gemeinschaften kommen in den messinen Flachwassersedimenten auch hyposaline Gemeinschaften vor. Sie zeichnen sich aus durch das gemeinsame Vorkommen von *Ammonia beccarti tepida* und *Ostracoden* der Gattung *Cyprideis*. Diese Gemeinschaften sind arm an Arten, jedoch reich an Individuen. Außerdem sind die Gehäuse von normaler Größe, jedoch reichsweise dünnchalig.

Das Aussterben der benthonischen Foraminiferen nach den ersten Evaporationszyklen sowie das Auftreten von pelagischen Foraminiferen in den zwischengeschalteten Gips-Mergeln und die Präsenz von hyposalinen Gemeinschaften im Anschluß an die Evaporite zeigen, daß es ökologische Nischen gegeben haben muß, in denen ein Überleben der Salinitätskrise möglich war.

Im Gegensatz zu den messinen Gemeinschaften zeichnen sich die zanclichen Gesellschaften durch großen Arten- und Individuenreichtum sowie normale Morphologie aus. Sie werden von folgenden Gattungen angeführt: *Planulina*, *Siphonina*, *Robulus*, *Uvigerina*, *Cassidulina*, *Eponides* und *Cibicides*. Die Biofazies deutet auf einen voll marinen Biotop, der dem oberen Bathyal entspricht. Die außergewöhnliche Präsenz von *Amphistegina lessonii* und *Asterigerina planorbis* beweist, daß die Trans-

gressionssedimente der "Trubi" auch neritische Bereiche besitzen.

Die lithologischen und faunistischen Befunde lassen für die Paläogeographie des Messins im Raum der Ionischen Inseln ein flaches Schelfmeer erkennen, das im mittleren und oberen Messin stark regressiv war. Damit verbunden kam es zu einer Konzentration der Salinität und zur zyklischen Ablagerung von Gipsen sowohl im Schelfbecken als auch in den brackig, lagunären Randgebieten. Durch die Senkung des Meeresspiegels im Messin schnitten sich die Flüsse in die verlandenen Randgebiete, resedimentierten die Gipsablagerungen und lieferten grobklastische Sedimente in das Schelfbecken.

Im Zanclin setzte die im Mittelmeerraum allgemein verbreitete Transgression "Trubi" ein und brachte bathyale bis neritische Verhältnisse.

## 3. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- AGIP MINERARIA.: Foraminiferi Padani (Terziario e Quaternario). -Atlante Iconografico e Distribuzione Stratigrafica, 52 Taf., Mailand 1957.
- ATKINSON, K.: The association of living Foraminifera with algae from the littoral zone, south Cardigan Bay, Wales. -J. nat. Hist., 3, S. 517 - 542, 1969.
- AUBOUIN, J.: Essai de corrélation stratigraphique en Grèce occidentale. -Bull. Soc. Géol. France, 7, S. 281 - 304, Paris 1957.
- AUBOUIN, J.: Contribution a l'étude géologique de la Grèce Septentrionale: Les confins de l'Épire et de la Thessalie. -Ann. Géol. Pays Hell., 10, S. 1 - 474, Taf. 1 - 40, Tab. 1 - 7, Abb. 1 - 127, 1 Karte 1 : 200 000, Athen 1959.
- AUBOUIN, J. +  
DERCOURT, J.: Zone préapulienne, zone ionienne et zone du Gavrovo en Péloponèse occidentale. -Bull. Soc. Géol. France, 4, 6, S. 785 - 794, Paris 1962.
- BANDY, O. L.: Introduction to radiometric dating and paleontologic zonation. -Geol. Soc. Am., Spec. Pap., 124, S. 1 - 6, 1970

- BANDY, O. L. :** Recognition of Upper Miocene Neogene Zone N 18, Experimental Mohole, Guadalupe Site. -*Nature*, 233, S. 476 - 478, London 1971.
- BANDY, O. L. :** Neogene planktonic foraminiferal zones, California, and some geologic implications. -*Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 12, S. 131 - 150, Amsterdam 1972.
- BANNER, F. T. :** The classification and stratigraphical distribution of the Globigerinaceae. -*Paleontology*, 2, 1, S. 1 - 27, Abb. 1 - 5, Taf. 1 - 3, London 1959.
- BANNER, F. T. :** Some primary types of species belonging to the superfamily Globigerinaceae. -*Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, 2, 1, S. 1 - 40, Taf. 1 - 8, Abb. 1 - 2, Ithaca New York 1960.
- BANNER, F. T. :** Progress in the planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Neogene. -*Nature*, 208, 5016, S. 1164 - 1166, London 1965.
- BARBIERI, F. :** The Foraminifera in the Pliocene section Vernasca-Castell'Arquato including the "Piacenzian stratotyp" (Piacenza Province). -*Mem. Soc. Ital. Sci. Nat.*, 15, S. 147 - 163, 1967.
- BARTEL, H. :** *Statistik*. -2, 203 S., Stuttgart 1974.
- BE, A. W. H. + TOLDERLUND, D. S. :** Distribution and ecology of living planktonic foraminifera in the surface waters of the

Atlantic and Indian oceans. -In: The Micropaleontology of Oceans, S. 105 - 149, Cambridge 1971.

- BENDA, L. + MEULENKAMP, J. E. : Discussion of biostratigraphic correlations in the Eastern Mediterranean Neogene. -Z. Dtsch. Geol. Ges., 123, S. 559 - 564. 1969.
- BENSON, R. H. : The biodynamic effects of the Messinian Salinity Crisis. -Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 20, 1/2, S. 1 - 170, Taf. 1 - 13, Amsterdam 1976.
- BENSON, R. H. : Ostrocodes as indicators of threshold depth in the Mediterranean during the Pliocene. - In: The Mediterranean Sea, S. 63 - 73, Stroudsburg, Pens. 1972.
- BENSON, R. H. : An ostracodal view of the Messinian Salinity Crisis. -In: Messinian Events in the Mediterranean, Geodyn. Scient. Rep., 7, S. 235 - 242, Amsterdam 1973.
- BERGGREN, W. A. : Cenozoic chronostratigraphy, planktonic foraminiferal zonation and the radiometric time-scale. -Nature, 224, 5224, S. 1072 - 1075, London 1969.
- BERGGREN, W. A. : Biostratigraphy and biochronology of late Miocene (Tortonian and Messinian). -In: Messinian Events in the Mediterranean, Geodyn. Scient. Rep., 7, S. 10 - 20, Amsterdam 1973.

- BERGGREN, W. A. + VAN COUVERING, J. A. : The late Neogene. -Developments in Palaeontology and Stratigraphy, 2, 216 S., Amsterdam 1974.
- BERGMANN, H. : Die Geologie und Stratigraphie der Paxos-Zone in Nord-Kephallinia (Ionische Inseln). -Unveröff. Dipl.-Arb., Inst. Paläont. hist. Geol., Univ. München, S. 1 - 93, Textabb. 1 - 22, Abb. 23 - 84 auf Taf. 1 - 21, 1 Tab., 1 geol. Karte, 1 Profiltaf., München 1965.
- BISCHOFF, B. : Die Geologie von Nord-Ithaka (Griechenland). -Unveröff. Dipl.-Arb., Inst. Paläont. hist. Geol., Univ. München, S. 1 - 92, Textabb. 1 - 6, Abb. 1 - 62 auf Taf. 1 - 26, 1 geol. Karte, 1 Profiltaf., München 1966.
- BIZON, G. : Contribution à la connaissance des foraminifères planctoniques d'Épire et des Îles Ioniennes (Grèce occidentale) depuis le Paléogène supérieur jusqu'au Pliocène. -S. 1 - 142, Taf. 1 - 29, Tab. 1 - 14, Paris 1967.
- BIZON, G., BIZON, J. J., AUBERT, J., + OERTLI, H. J. : Atlas des principaux foraminifères planctoniques du bassin méditerranéen oligocène à quaternaire. -316 S., Paris 1972.
- BIZON, G., BIZON, J. J. + HORSTMANN, G. : Les Foraminifères planctoniques du Miocène de l'île de Zante. - 1. Proc. Intern. Conf. Plankt. Microf., 1, S. 190 - 198, Genf 1967.

BIZON, G., BIZON,  
J.J. + MONTENAT, CH.:

Le Miocène terminal dans le  
Levant Espagnol. -Rev. Inst. Petr.  
et Ann. comb. liqu., 27, 6, S. 831 -  
862, Taf. 1 - 3, Paris 1972.

BIZON, G., BIZON  
J.J. + MONTENAT, CH.:

Définition biostratigraphique du  
Messinien. -Compt. Rend. Acad. Sc.  
Paris, Ser. D, 281, S. 359 - 362,  
Paris 1975.

BLANC-VERNET, L.:

Contribution à l'étude des Foramini-  
fères de Méditerranée. -Recl. Trav.  
Stn. mar. Endoume, 48, S. 5 - 281,  
1969.

BLANC-VERNET, L.:

Données micropaléontologiques et  
paléoclimatiques d'après des Sediments  
profonds de Méditerranée. -In: The  
Mediterranean Sea, S. 115 - 127,  
Straudsborg, Pens. 1972.

BLOW, W.H.:

Age, correlation and biostratigraphy  
of upper Tocuyu (San Lorenzo) and Po-  
zon Formations, eastern Falcon, Vene-  
zuela. -Bull. Amer. Paleont., 39,  
178, S. 1 - 251, Taf. 1 - 19, Abb. 1 - 5,  
Ithaca, New York 1959.

BLOW, W.H.:

Late Middle Eocene to recent planktonic  
foraminiferal biostratigraphy. -1. Proc.  
Intern. Conf. Plankt. Microf., 1,  
S. 199 - 421, Leiden 1969.

- BOLLI, H. M. :** Planktonic Foraminiferen from Oligocene-Miocene Cipero and Lengua-Formations of Trinidad. - U.S. Natur. Mus., Bull., 215, S. 97 - 124, Abb. 17 - 21, Taf. 22 - 29, Washington 1957.
- BOLLI, H. M. :** The Foraminifera of sites 23 - 31, Leg. 4. - Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 4, S. 577 - 643, Washington 1970.
- BRADSHAW, J. S. :** Laboratory experiments on the ecology of Foraminifera. - Contr. Cushm. Found. Foram. Res., 12, S. 87 - 106, Ithaca, New York 1961.
- BRAUNE, K. :** Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Südosten der Insel Kephallinia (Ionische Inseln). - Unveröff. Dipl. - Arb., Inst. Paläont. hist. Geol., S. 1 - 80, Textabb. 1 - 10, Abb. 1 - 37 auf Taf. 1 - 18, 1 geol. Karte, 1 Profil- taf., München 1965.
- BRAUNE, K., FABRICIUS, F. + HEIMANN, K. O. :** Sedimentation and facies of late Miocene strata on Cephalonia (Ionian Islands). - In: Messinian Events in the Mediterranean, Geodyn. Scient. Rep., 7, S. 192 - 202, Amsterdam 1973.
- BRITISH PETROLEUM CO. LTD. :** BP Exploration Co. (Greece) Ltd. Southwestern sheet Kephallinia. Dwg. No. G. 54/63, London 1963.

- BOECKMANN, J. A. :** Sedimentation and paleocology of Pliocene lagoonal, shallow, marin deposits on the island of Rhodos (Greece). -Utrecht Micropal. Bull., 8, 143 S., 4 Taf., 1974.
- BROLSMA, M. J. :** Stratigraphical problems concerning the Miocene-Pliocene boundary in Sicily (Italy). -Ned. Akad. Wet. Proc., Ser. B, 78, 1, S. 94 - 107, Amsterdam 1975.
- BROOKS, A. L. :** Standing crop, vertical distribution and morphometrics of *Ammonia beccarii* (LINNE). -Limnol. Oceanogr., 12, S. 667 - 684, 1967.
- CATI, F. + BORSETTI, A. M. :** The accessory structures in Tertiary planktonic Foraminifera. -Giorn. di Geol., 35, 2, Ser. 2e, S. 387 - 400, Bologna 1967.
- CHRISTODOULOU, G. :** Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen auf der Insel Karpathos (Dodecanes). -Paläontographica, Abt. A, 115, Lfg. 1 - 6, S. 1 - 143, Taf. 1 - 16, Abb. 1 - 23, Stuttgart 1960.
- CHERIF, O. H. :** Die Millolaceader Westküste von Naxos (Griechenland) und ihre Lebensbereiche. -Diss. Techn. Univ. Clausthal, 176 S., 17 Tab., 31 Karten, 30 Taf., Tab. 1 - 3i. Anhang, Clausthal-Zellerfeld 1970

- CICHA, I., HAGN, H.  
+ MARTINI, E.: Das Oligozän und Miozän der Alpen und der Karpaten: ein Vergleich mit Hilfe planktonischer Organismen. -Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläontol. hist. Geol., 2, S. 279 - 293 München 1971.
- CITA, M. B.: Pliocene biostratigraphy and chronostratigraphy. -In: Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, 13, S. 1343 - 1379, Washington 1973.
- CITA, M. B.: Mediterranean evaporite: paleontological arguments for a deep-basin desiccation model. -In: Messinian events in the Mediterranean, Geodyn. Scient. Rep., 7, S. 206 - 228, Amsterdam 1973.
- CITA, M. B.: The Miocene/Pliocene boundary: history and definition. -In: Late Neogene Epoch Boundaries, Int. Geol. Congr., Montreal 1972, Spec. Publ., 1, S. 1 - 30, 1975.
- CITA, M. B. + BLOW, W. H.: The biostratigraphy of the Laghian, Serravallian and Tortonian stages in the type section in Italy. -Riv. Ital. Paleont. Stratigr., 75, 3, S. 549 - 603, Mailand 1969.
- CITA, M. B. + GARTNER S.: The stratotype Zanclean foraminiferal and nannofossil biostratigraphy. -Riv. Ital. Paleont., 79, 4, S. 503 - 558, Taf. 50 - 53, Mailand 1973.
- CITA, M. B., PREMOLI-SILVA, I. + ROSSI, R.: Foraminiferi planctonici del Tortoniano-tipo. -Riv. Paleont. Stratigr., 71, 1, 217 - 308, Abb. 1 - 9, Taf. 18 - 31, Mailand 1965.

- COLALONGO, M. L. : Appunti biostratigrafici sul Messiniano. - *Giorn. Geol.*, Ser. 2, 36, S. 515 - 542, Rom 1970.
- CRESCENTI, U. : Sul Pliocene Italiano: Problemi di Cronostratigrafia. - *Boll. della Soc. Nat.*, 80, S. 1 - 23, Neapel 1971.
- CUSHMAN, J. A. : The Foraminifera of the Atlantic Ocean: Part 5: Chilostomellidae and Globigerinidae. - *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 104, 5, S. 1 - 45, Taf. 1 - 8, Washington 1924.
- CUSHMAN, J. A. : The Foraminifera of the Atlantic Ocean: Part 8: Rotaliidae, Amphisteginidae, Calcarinidae, Cymbaloporettidae, Globorotaliidae, Anomalinidae, Planorbulinidae, Rupertiidae and Homotremidae. - *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 104, 8, S. 1 - 144, Taf. 1 - 26, Washington 1931.
- CUSHMAN, J. A. : The Species described as *Globigerina* by d'Orbigny in 1826. - *Contr. Cushm. Lab. Foram. Res.*, 17, 2, S. 38 - 42, Taf. 10 - 11, Sharon, Mass. 1941.
- CUSHMAN, J. A. + BERMUDEZ, P. J. : Further new species of Foraminifera from the Eocene of Cuba. - *Contr. Cushm. Lab. Foram. Res.*, 13, 1, S. 1 - 29, Taf. 1 - 2, Sharon, Mass. 1937.

- DECIMA, A.:** Ostracodi del Gen. Cyprideis JONES del Neogene e del Quaternario italiani. -Paleont. Ital., 57, S. 81 - 133, Taf. 1-
- DERCOURT, J.:** Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponèse septentrional. -Ann. Géol. Pays Hellen, 1. Ser., 15, Athen 1964.
- DREMEL, G.:** Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der Paxos-Zone im Süden der Insel Kephallinia (Ionische Inseln). -Unveröff. Dipl.-Arb., Inst. Paläont. hist. Geol., Univ. München, S. 1 - 91, Textabb. 1 - 19, Abb. 20 - 48 auf Taf. 1 - 10, 1 geol. Karte, 1 Profiltaf., München 1965.
- DREMEL, G.:** Das Miozän von Kephallinia (Ionische Inseln). -Diss. Univ. München, S. 1 - 107, Taf. 1 - 19, Abb. 1 - 5, München 1968.
- DREMEL, G.:** Das Miozän von Kephallinia (Ionische Inseln, Griechenland). -Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 10, S. 3 - 86, München 1970.
- DROOGER, C.W.:** Messinian events in the Mediterranean. -Geodyn. Scient. Rep., 7, 272 S., Amsterdam 1973.
- DROOGER, C.W.:** Das Alter der Miogypsinen-Gesteine von Kephallinia. -Ann. Geol. Pays Hell., 9, S. 115 - 118, Athen 1958.
- EMERY, K.O. + STEVENSON, R.E.:** Estuaries and lagoons. -Mem. geol. Soc. Am., 67, 1, S. 673 - 750, Washington 1957.

- FEINBERG, H. +  
LORENZ, H. G. : La lignée de Globorotalia miozea s. 1 dans le Miocène méditerranéen. -Not. Serv. géol. Maroc, 33, 249, S. 31 - 45, 3 Taf., Rabat 1973.
- FISHER, R. A., COR-  
BETT, A. S. +  
WILLIAMS, C. B. : The relationship between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. -J. Anim. Ecol., 12, S. 42 - 58, 1943.
- FUCHS, TH. : Die Pliozänbildungen von Zante und Korfu. - Sitzungsber. Akad. Wiss., Mathem. Naturwiss. Klasse, 75, 4, S. 309 - 320, Wien 1877.
- FUCHTBAUER, H. +  
MÜLLER, G. : Sedimente und Sedimentgesteine. - 726 S., Stuttgart 1970.
- FUNNEL, B. M. : Foraminifera and Radiolaria as depth indicators in the marine environment. -Mar. geol., 5, S. 333 - 347, 1967.
- FUNNEL, B. M. +  
RIEDEL, W. R. : The micropaleontology of oceans. -838 S., Cambridge 1971.
- GIANOTTI, A. : Microfauna della serie Tortonianiana del Rio Mazzapiedi-Castellania (Tortona-Alessandria). -Mem. Riv. Ital. Paleont. Strat., 6, S. 167 - 301, Abb. 1 - 10, Taf. 10 - 19, Mailand 1953.
- HAGN, H. : Mikropaläontologische Untersuchungen an Gesteinen der Insel Kephallinia. -Ann. Géol. Pays Hellén., 9, S. 90 - 114, Taf. 1, Athen 1958.
- HAMILTON, W. J. +  
STRICKLAND, H. E. : On a tertiary deposit near Lixuri. -Quart. J. Geol. Soc. London, 3, S. 106 - 113, London 1847.

- HECKER, R. F.: Introduction to Paleocology. -166 S., New York 1965.
- HEDGEPEETH, J. W.: Ecology. -Mem. Geol. Soc. Amer., 67, 1296 S., New York 1957.
- HEDLEY, R. H. + ADAMS, C. G.: Foraminifera. -1, 276 S., London 1974.
- HEIMANN, K. O., JUNG, W. + BRAUNE, K.: Schichtenfolge und Flora des Messinien in Nord-Korfu (Griechenland). -Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 15, S. 169 - 177, Abb. 1 - 2, Taf. 14, München 1975.
- HOFKER, J.: The Foraminifera of the Siboga Expedition. -Part III, 513 S., 348 Textfig., Leiden 1951.
- HOFMANN, G. W.: Untersuchungen an der Gattung Bolivina (Foraminifera) im Oligozän und Miozän der ostbayerischen Molasse. -Geol. Bavar., 57, S. 121 - 204, 20 Abb., 2 Tab., 5 Taf., München 1967.
- HORSTMANN, G.: Géologie de la partie méridionale de l'île de Zante (Grèce). -Thèse, Univ. Paris, 127 S., 28 Abb., Paris 1967
- HSÜ, K. J.: Origin of saline giants: a critical review after the discovery of the Mediterranean evaporites. -Earth. Sci. Rev., 8, S. 371 - 396, 1972
- HSÜ, K. J.: When the Mediterranean dried up. -Scient. Amer., 277, 6, S. 27 - 36, 1972.

- HSÜ, K. J., CITA,  
M. B. + RYAN, W. B. F.: The origin of the Mediterranean evaporites. -In: Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, 13, S. 1203 - 1231, Washington 1973.
- HUG, F.: Geologisch-mikropaläontologische Untersuchungen im Südwesten der Insel Kephallinia (Paxos-Zone. Westgriechenland). -Unveröff. Dipl.-Arb., Inst. Paläont. hist. Geol., Univ. München, S. 1 - 87, Texttaf. 1 - 10c, Textabb. 1 - 17, Abb. 18 - 55 auf Taf. 11 - 23, 1 geol. Karte, 1 Profiltafel, München 1965.
- HUG, F.: Das Pliozän von Kephallinia (Ionische Inseln, Griechenland). -Diss. Univ. München, 128 S., 5 Abb., 12 Taf., München 1969.
- IACCARINO, S.: Les foraminifères du stratotyp du Tablianien (Pliocène inférieur) de Tabiano Bagni (Parma). -Mem. Soc. Ital. Sci. Nat., 15, 3, S. 165 - 180, Taf. 1, Tab. 1 - 6, Abb. 1 - 3, Mailand 1967.
- I.G.R.S. GRECE +  
I. F. P. FRANCE: Etude géologique de l'Épire (Grèce nord-occidentale). -303 S., 101 Abb., 9 Tab., Paris 1966.
- JELL, J. S., MAXWELL,  
W. H. G. + MCKELLAR,  
R. G.: The significance of the larger Foraminifera in the Heron Island reef sediments. -J. Paleont., 39, S. 273 - 279, 1965.

- KARRER, F.: Die miozäne Foraminiferenfauna von Kosteĵ im Banat. -Sitzungsber. Akad. Wiss., Math. Naturwiss. Klasse, 58, S. 1 - 73, Taf. 1 - 5, Wien 1868.
- LE CALVEZ, J. +  
LE CALVEZ, Y.: Répartition des Foraminifères dans la Baie de Villefranche I -Miliolidae. -Annls. Inst. océanogr., 35, S. 159 - 234, Monaco 1958.
- LEE, J. J., MULLER, W. A., STONE, R. J.  
MCENERY, M. E. +  
ZUCKER, W.: Standing crop of Foraminifera in sublittoral epiphytic communities of a Long Island salt marsh. -Mar. Biol., 4, S. 44 - 61, 1969.
- LIATSIKAS, N., PARAS- Geologic Map of Greece 1 : 500 000.  
KEVAIDIS, I. + RENZ, C.: -Inst. Geol. Subs. Res., Athen 1954.
- LINDENBERG, H. G.: Die Bolivinen der Häringer Schichten. -Boll. Soc. Paleont. Ital., 4, 1, S. 64 - 160, 32 Abb., 4 Anl., Modena 1966.
- LOEBLICH, A. R. +  
TAPPAN, H.: Sarcodina, chiefly "thecamoebians" and Foraminiferida. -In: Treatise on invertebrate paleontology, part C, 1 u. 2, 900 S., New York 1964.
- LUTZE, G. F.: Zur Foraminiferen-Fauna der Ostsee. -Meyniana, 15, S. 75 - 142, 1965.
- LUTZE, G. F.: Benthonische Foraminiferen in den Oberflächen-Sedimenten des Persischen Golfes. -"Meteor" Forsch. Ergeb., Reihe C, 17, S. 1 - 66, Berlin 1974.

- MAGNE, J., MASCLE, G. + MOGNIN, D.: Les Formations du Miocène terminal au Quaternaire en Sicile sud-occidentale. -Bull. Soc. Géol. France, 14, 7, S. 148 - 157, Paris 1972.
- MAKLEM, W. R.: Some hydraulic properties of bioclastic carbonate grains. -Sedimentol., 10, S. 101 - 109, 1968.
- MARAGOUidakis, N. T.: Geologie und Mikropaläontologie von Süd-Korfu. -Bull. Inst. Geol. Subsurf. Res., 12, 1, 132 S., 21 Taf., 1 geol. Karte, Athen 1967.
- MAURIN, V. + ZÖTL, J.: Karsthydrologische Untersuchungen auf Kephallinia (Ionische Inseln). -Österr. Hochschulzeitung v. 15.6.1963, Wien 1963.
- MEULENKAMP, J. E.: Stratigraphy of Neogene deposits in the Rethymnon Province, Crete, with special reference to the phylogeny of uniserial Uvigerina from the Mediterranean region. Utrecht Micropal. Bull., 2, 168 S., 6 Taf., Utrecht 1969.
- MIRKOU-PERİPOPOULOU, R. M.: Stratigraphie et Géologie de la partie septentrionale de l'île de Zante. -Ann. Géol. Pays Hellén., 26, S. 35 - 108, 9 Taf., Athen 1974.
- MOTTURA, S.: Sulla formazione terziaria nella zona solifera della Sicilia. -Mem. R. Comit. Geol. d'Italia. 1, S. 51 - 140, Florenz 1871.

- MÜLLER-MINY, H.: Beiträge zur Morphologie der Mittleren Ionischen Inseln -Ann. Géol. Pays Hellén., 8, S. 1 - 28, Abb. 1 - 7, Taf. 1 - 25, Athen 1956.
- MÜLLER-MINY, H.: Beiträge zur Morphologie und Geologie der Mittleren Ionischen Inseln. II Beobachtungen auf Kephallinia. -Ann. Géol. Pays Hellén., 9, S. 73 - 89, Taf. 4 - 6, 1 geol. Karte, Athen 1958.
- MULDER, E. F. J. DE: Microfauna and sedimentary-tectonic history of the Oligo-Miocene of the Ionian Islands and Western Epiros (Greece). -Utrecht Micropal. Bull., 13, 140 S., 4 Taf., 47 Fig., Utrecht 1975.
- MURRAY, J. W.: An Atlas of British Recent Foraminiferids. - 244 S., 96 Taf., London 1971.
- MURRAY, J. W.: Distribution and Ecology of living Benthic Foraminiferids. -274 S., 101 Abb., 12 Taf., London 1973.
- NESTEROFF, W. D.: Un modèle pour les évaporites messiniennes en Méditerranée des bassins peu profonds avec dépôts évaporites lagunaires. -In: Messinien Events in the Mediterranean, Geodyn. Scient. Rep., 7, S. 68 - 81, Amsterdam 1973.
- OGNIBEN, L.: Petrografia della serie solfifera Siciliana e considerazioni geologiche relative. -Mem. descrit. Carta Geologica d'Italia, 33, 275 S., Rom 1957.

- ORBIGNY, A. d' : Tableau Méthodoque de la classe des Cephalopodes. -Ann. Sci. Natur. Paris, Ser. 1, 7, S. 245 - 314, Atlas, Taf. 10 - 17, Paris 1826.
- ORBIGNY, A. d' : Foraminifères. -In: Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba, S. 1 - 224, Paris 1839.
- ORBIGNY, A. d' : Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne (Autriche). -312 S., 21 Taf., Paris 1846.
- PAPP, A. : Di biostratigraphische Gliederung des Neogens im Wiener Becken. -Mitt. Geol. Ges. Wien, 56, S. 211 - 318, Wien 1963.
- PAPP, A. + TURNOSKY, K. : Die Entwicklung der Uvigerinen im Vindobon des Wiener Beckens. -Jb. Geol. B. A. Wien, 96, S. 117 - 142, Wien 1953.
- PAPP, A. : Evolution von Nannoplankton und Foraminiferen im mittleren Neogen Mitteleuropas. -Proc. 3 Sess. Comm. Med. Neog. Strat. Bern 1964, S. 70 - 77, Leiden 1966.
- PARETO, M. F. : Notes sur la subdivision que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional. -Bull. Soc. Géol. France, Ser. 2, 22, S. 210 - 277, Paris 1865.
- PARTSCH, J. : Die Insel Korfu. Eine geographische Monographie. -Petermanns Mitt., 88, 97 S., Gotha 1887.

- PARTSCH, J.: Kephallinia und Ithaka. Eine geographische Monographie. -Petermanns Mitt., Erg. Heft, 98, 1 Karte, Gotha 1890.
- PARTSCH, J.: Die Insel Zante. -Petermanns Mitt., 37, S. 161 - 174, Gotha 1891.
- PERRODON, A.: Etude Géologique des Bassins Néogènes Sub-littoraux de l'Algérie Occidentale. -Serv. Carte Géol. Algérie, Bull., 12, S. 1 - 328, Algier 1957.
- PHILIPPSON, A.: Die griechischen Landschaften, 2, Teil 2: Das westliche Mittelgriechenland und die westgriechischen Inseln. -Frankfurt a. M. 1958 (Neudr. d. Ausg. 1892).
- PHLEGER, F.B.: Ecology and distribution of recent Foraminifera. -297 S., Baltimore 1960.
- PURSER, B.H.: The Persian Gulf. -471 S., Berlin 1973.
- REINECK, H.E.: Das Watt. -142 S., Frankfurt a. M. 1970
- RENZ, C.: Die vorneogene Stratigraphie der normalsedimentären Formationen Griechenlands. -Inst. Geol. Subsurf. Res. Athen, 637 S., 6 Karten, 4 Abb., 11 Taf., Athen 1955.
- RICHTER-BERNBURG, G.: Facies and paleogeography of the Messinian evaporites in Sicily. -In: Messinian Events in the Mediterranean, Geodyn. Scient. Rep., 7, S. 124 - 141, Amsterdam 1973.
- RYAN, W.B.F.: The floor of the Mediterranean. -Thesis Columbia Univ., 281 S., New York 1969.
- RYAN, W.B.F.: Geodynamic implications of the Messinian crisis of salinity. -In: Messinian Events in

- the Mediterranean, *Geodyn. Scient. Rep.*, 7, S. 26 - 38, Amsterdam 1973.
- SAITO, T. + BURCK-  
LE, L. : Late Neogene Epoch Boundaries. -  
244 S., New York 1975.
- SANDBERG, P. H. : Notes on some Tertiary and Recent brackish  
water Ostracoda. -*Pubbl. staz. zool. Na-*  
*poli*, suppl. 33, S. 496 - 514, Neapel 1964.
- SCHÄFER, C.T. +  
PRAKASH, A. : Current transport and deposition of foraminiferal  
tests, planktonic organisms and litho-  
genic particles in Bedford Basin, Nova Sco-  
tia. -*Maritime Sediments*, 4, S. 100 - 103,  
1968.
- SEGUENZA, G. : La formation zancleanne ou recherches sur  
une nouvelle formation tertiaire. -*Bull. Soc.*  
*Géol. France*, Ser. 2, 25, S. 465 - 486,  
Paris 1866.
- SELLI, R. : Il Bacino del Metauro. -*Giorn. Geol.*,  
ser. 2, 24, 294 S., 1954.
- SELLI, R. : Il Messiniano Mayer-Eymar, 1867. -*Giorn.*  
*Geol.*, ser. 2a, 28, S. 1 - 33, 1960.
- SELLI, R. : An outline of the Italian Messinian. -In:  
Messinian Events in the Mediterranean, *Geo-*  
*dyn. Scient. Rep.*, 7, S. 150 - 171,  
Amsterdam 1973.
- SHANKARANARA-  
YANA, G. M. V. : A preliminary report on the foraminiferal  
assemblages from the lagoon sediment of  
Kararatti Atoll (Laccadives). -*Curr. Sci.*,  
42, 22. S. 781 - 782, 1973.

- STRICKLAND, H. E. : On the geology of the island of Zante. - Trans. Geol. Soc. London, 5, 2, S. 403 - 408, London 1840.
- TAKAYANAGI, Y. + SAITO, T. : Planktonic Foraminifera from the Nobori Formation, Shikoku, Japan. - Science Rep. Tohoku Univ. Sendai, 5, S. 67 - 106, Abb. 1 - 2, Tag. 1, Taf. 24 - 28, Sendai 1962.
- ULICZY, F. : Hemicytheridae und Trachylebridae (Ostracoda) aus dem Pliozän der Insel Kephallinia (Westgriechenland). - Diss. Univ. München, 152 S., 18 Taf., 12 Abb., München 1969.
- VERDENIUS, J. G. : Neogene stratigraphy of the western Guadalquivir basin, southern Spain. - Utrecht Micropal. Bull., 3, 109 S., 12 Taf., 12 Abb., Utrecht 1970.
- WEINHANDL, R. : Schackoinella, eine neue Foraminiferengattung. - Verh. geol. B. A. Wien, 1958, 2, S. 141 - 142, Wien 1958.
- ZACKARIASSE, W. J. : Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy of the Late Neogene of Crete (Greece). - Utrecht Micropal. Bull., 11, 171 S., 17 Taf., Utrecht 1970.





## Anhang

# T A F E L 1

Bild: 1 *Globorotalia acostaensis* BLOW

Hypotypoid 3264

Gl. *acostaensis* - Intervall-Zone, Torton; Kap Liakas,  
Kephallinia

S. 89

Vergrößerung 255x

Bild: 2 *Globorotalia humerosa* TAKAYANAKI + SATTO

Hypotypoid 3266

Gl. *dutertrei/humerosa* - Intervall-Zone, Messin; Kalamaki,  
Zakynthos

S. 91

Vergrößerung 260x

Bild: 3 *Globorotalia dutertrei* D'ORBIGNY

Hypotypoid 3265

Gl. *dutertrei/humerosa* - Intervall-Zone, Messin; Kalamaki,  
Zakynthos

S. 90

Vergrößerung 255x

Bild: 4 *Globorotalia acostaensis* BLOW

Hypotypoid 3264

Gl. *acostaensis* - Intervall-Zone, Torton; Kap Liakas,  
Kephallinia

S. 89

Vergrößerung 255x

Bild: 5 *Globorotalia acostaensis* BLOW

Hypotypoid 3264

Gl. *acostaensis* - Intervall-Zone, Torton; Kap Liakas,  
Kephallinia

S. 89

Vergrößerung 255x

Bild: 6 *Globorotalia dutertrei* D'ORBIGNY

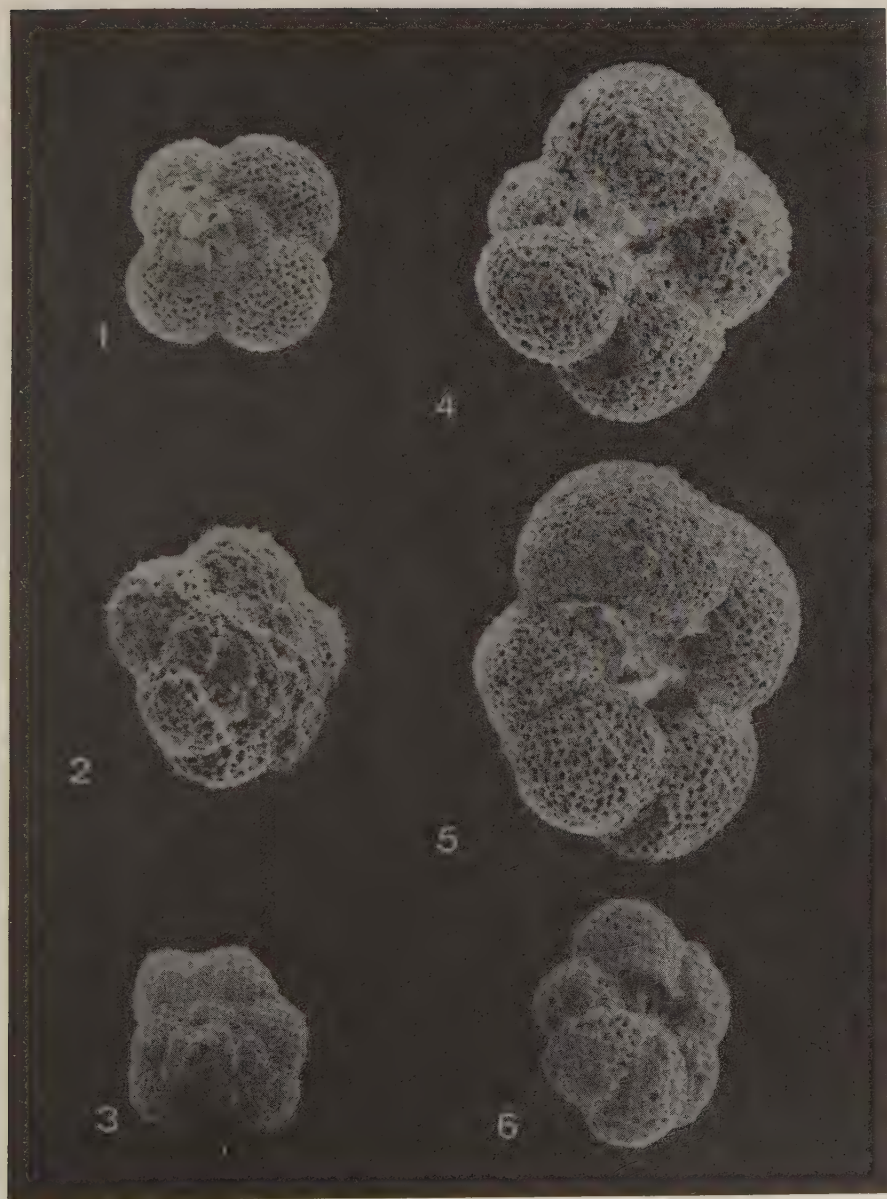
Hypotypoid 3265

Gl. *dutertrei/humerosa* - Intervall-Zone, Messin; Kalamaki,  
Zakynthos

S. 90

Vergrößerung 255x

TAFEL 1



## T A F E L 2

Bild: 1 u. 4 *Globorotalia margaritae* BOLLI + BERMUDEZ

Hypotypoid 3267

*Gl. margaritae* - Intervall-Zone, Zanclic; Kalamaki,  
Zakynthos

S. 91

Vergrößerung 140x u. 140x

Bild: 2 u. 5 *Sphaeroidinellopsis* aff.

*subdehiscens paenedehiscens* BLOW

Hypotypoid 3269

*Sphaeroidinellopsis* - Acme-Zone, Zanclic; Kalamaki,  
Zakynthos

S. 93

Vergrößerung 140x u. 140x

Bild: 3 u. 6 *Sphaeroidinellopsis subdehiscens* (BLOW)

Hypotypoid 3268

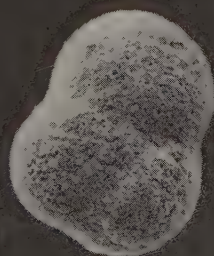
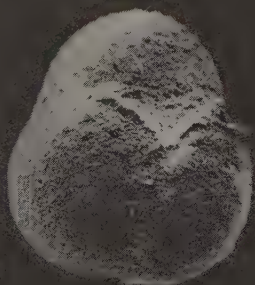
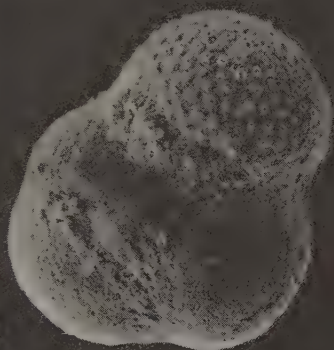
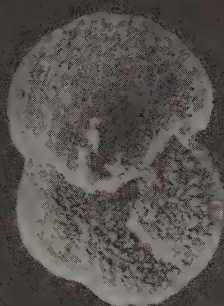
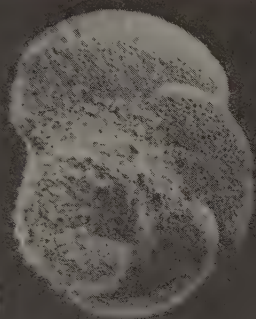
*Sphaeroidinellopsis* - Acme-Zone, Zanclic; Kalamaki,  
Zakynthos

S. 92

Vergrößerung 138x u. 135x

Alle Vergrößerungen beziehen sich auf das Format DIN A 4!

TAFEL 2



### T A F E L 3

- Bild: 1 - 3 u. 5** *Quinqueloculina thumae* n. sp.  
Holotypus 3272  
Messin; Kalamaki, Zakynthos  
S. 96  
Vergrößerung 125x, 125x, 125x u. 68x
- Bild: 4** *Robulus clericici* (FORNASINI)  
Hypotypoid 3274  
Zanclin; Kalamaki, Zakynthos  
S. 98  
Vergrößerung 123x
- Bild: 6** *Flanularia auris cymba* (D'ORBIGNY)  
Hypotypoid 3275  
Zanclin; Kap Liakas, Kephallinia  
S. 98  
Vergrößerung 67x
- Bild: 7** *Quinqueloculina oblonga* (MONTAGU)  
Hypotypoid 3271  
Messin; Kalamaki, Zakynthos  
S. 95  
Vergrößerung 130x

Alle Vergrößerungen beziehen sich auf das Format DIN A 4!

TAFEL 3



## T A F E L 4

Bild: 10 u. 11 *Uvigerina cretensis* (MEULENKAMP)

Hypotypoid 3281

*U. cretensis* - Phylozone, Torton; Kap Liakas,  
Kephallinia

S. 103

Vergrößerung 120x u. 135x

Bild: 6-9 u. 4 *Uvigerina lucasi* (MEULENKAMP)

Hypotypoid 3282

*U. lucasi* - Phylozone, Messin; Kalamaki, Zakynthos

S. 104

Vergrößerung 120x, 140x, 120x, 128x u. 240x

Bild: 7 *Trifarina bradyi* CUSHMAN

Hypotypoid 3284

Messin; Kap Liakas, Kephallinia

S. 106

Vergrößerung 122x

Bild: 1 u. 2 *Karrerella bradyi* (CUSHMAN)

Hypotypoid 3270

Zancin; Kalamaki, Zakynthos

S. 94

Vergrößerung 140x u. 115x

Bild: 4 *Uvigerina rutila* CUSHMAN + TODD

Hypotypoid 3283

Zancin; Kalamaki, Zakynthos

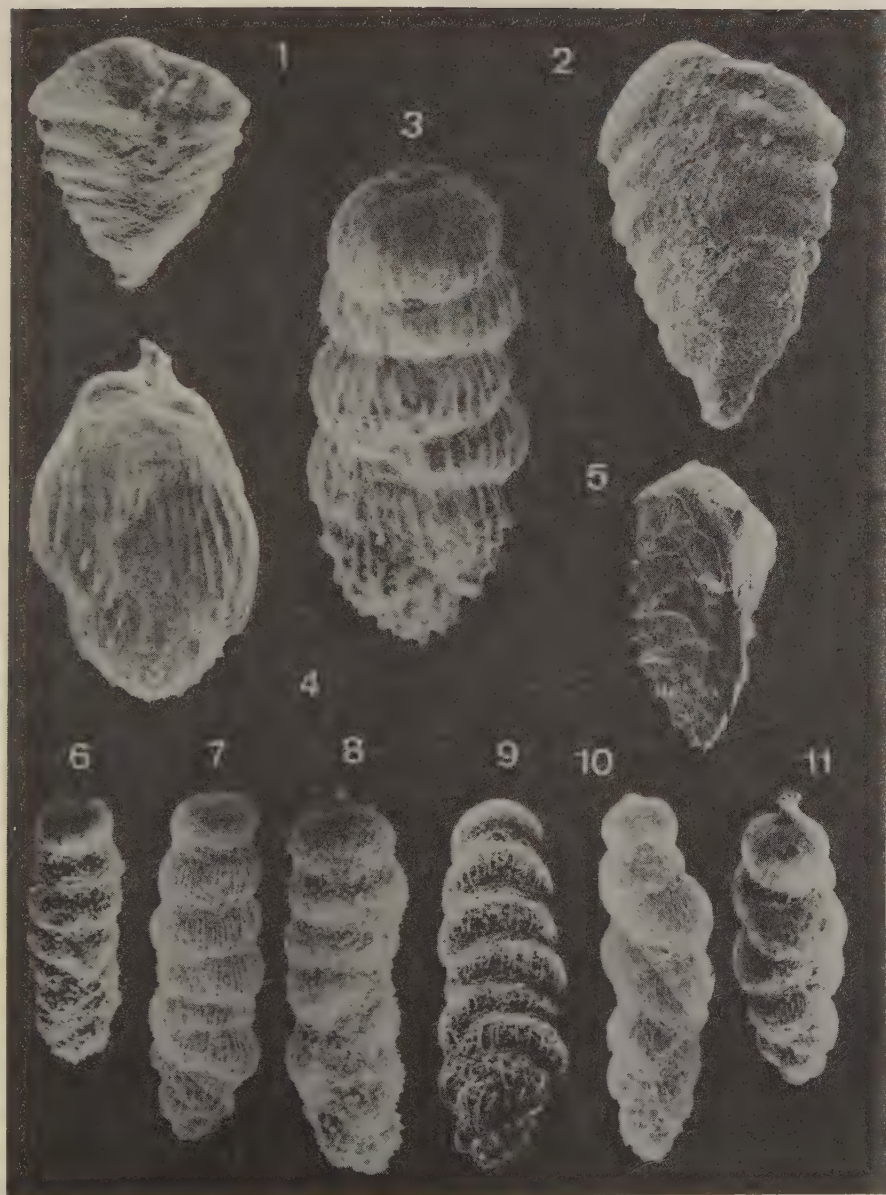
S. 105

Vergrößerung 125x

Alle Vergrößerungen beziehen sich auf das Format DIN A 4!

**TAFEL 4**

---



# T A F E L 5

Bild: 3 u. 6 *Bolivina dilatata dilatata* (REUSS)

Hypotypoid 3277

Messin; Kap Liakas, Kephallinia

S. 100

Vergrößerung 280x u. 280x

Bild: 2 u. 5 *Bulimina elongata subulata* CUSHMAN + PARKER

Hypotypoid 3276

Messin; Kalamaki, Zakynthos

S. 99

Vergrößerung 140x u. 128x

Bild: 4 *Bolivina dilatata hyalina* HOFMANN

Hypotypoid 3278

Messin; Kalamaki, Zakynthos

S. 101

Vergrößerung 280x

Bild: 1 *Bolivina dilatata schroederæ* n. sp.

Holotypus 3279

Messin; Kalamaki, Zakynthos

S. 101

Vergrößerung 280x

Alle Vergrößerungen beziehen sich auf das Format DIN A 4!

TAFEL 5

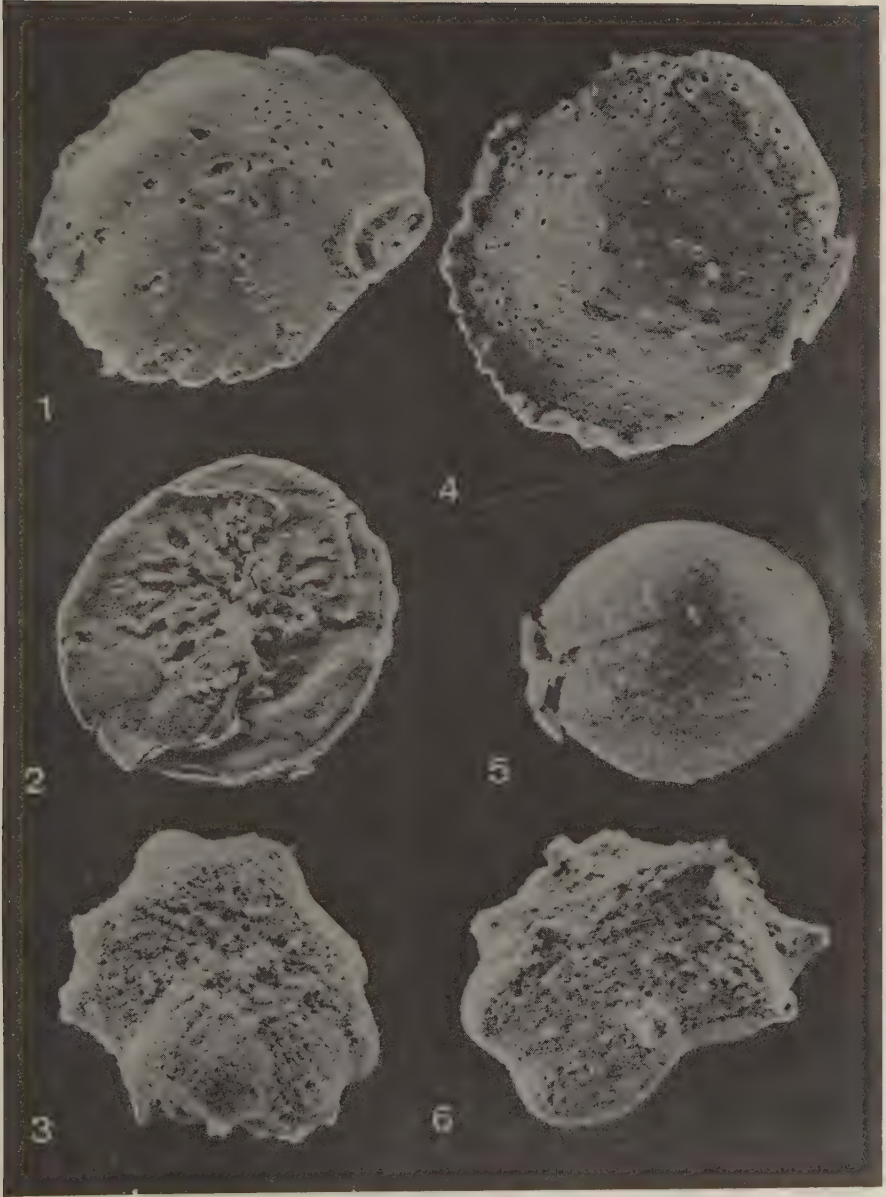


## T A F E L 6

- Bild: 1 u. 4** *Siphonina reticulata* (CZJZEK)  
Hypotypoid 3286  
Zanclin; Kalamaki, Zakynthos  
S. 107  
Vergrößerung 205x u. 210x
- Bild: 2 u. 5** *Asterigerina planorbis* D'ORBIGNY  
Hypotypoid 3287  
Zanclin; Kap Liakas, Kephallinia  
S. 108  
Vergrößerung 140x u. 140x
- Bild: 3 u. 6** *Schackoinella sarmatica* WEINHANDL  
Hypotypoid 3289  
Messin; Kap Liakas, Kephallinia  
S. 109  
Vergrößerung 295x u. 300x

Alle Vergrößerungen beziehen sich auf das Format DIN A 4!

TAFEL 6



# T A F E L 7

- Bild: 1**      **Elphidium felsense PAPP**  
Hypotypoid 3292  
Messin; Kap Liakas, Kephallinia  
S. 111  
Vergrößerung 260x
- Bild: 2**      **Elphidium aculeatum (D'ORBIGNY)**  
Hypotypoid 3290  
Messin; Kap Liakas, Kephallinia  
S. 110  
Vergrößerung 310x
- Bild: 3**      **Elphidium fichtellianum (D'ORBIGNY)**  
Hypotypoid 3293  
Messin; Kap Liakas, Kephallinia  
S. 112  
Vergrößerung 280x
- Bild: 4**      **Elphidium crispum (LINNE)**  
Hypotypoid 3291  
Messin; Kap Liakas, Kephallinia  
S. 111  
Vergrößerung 125x
- Bild: 5**      **Elphidium macellum (FICHTEL + MOLL)**  
Hypotypoid 3294  
Messin; Kap Liakas, Kephallinia  
S. 112  
Vergrößerung 135x
- Bild: 6 u. 7**      **Nonion granosum (D'ORBIGNY)**  
Hypotypoid 3295  
Messin; Paghí, Korfu  
S. 113  
Vergrößerung 260x u. 300x

Alle Vergrößerungen beziehen sich auf das Format DIN A 4!

TAFEL 7



# T A F E L 8

- Bild: 1 u. 4    *Hanzawala producta* (TERQUEM)  
                   Hypotypoid 3298  
                   Messin; Kalamaki, Zakynthos  
                   S. 115  
                   Vergrößerung 240x u. 260x
- Bild: 2            *Planulina ariminensis* (D'ORBIGNY)  
                   Hypotypoid 3299  
                   Zancin; Kalamaki, Zakynthos  
                   S. 115  
                   Vergrößerung 140x
- Bild: 3 u. 61    *Gyroidinoides soldanii* (D'ORBIGNY)  
                   Hypotypoid 3285  
                   Zancin; Kalamaki, Zakynthos  
                   S. 106  
                   Vergrößerung 140x u. 140x
- Bild: 5            *Florilus boueanus* (D'ORBIGNY)  
                   Hypotypoid 3296  
                   Torton; Kap Liakas, Kephallinia  
                   S. 114  
                   Vergrößerung 145x
- Bild: 7 u. 8    *Cibicides lobatulus* (WALKER + JACOB)  
                   Hypotypoid 3297  
                   Messin; Kap Liakas, Kephallinia  
                   S. 114  
                   Vergrößerung 120x u. 120x
- Bild: 9            *Amphistegina lessonii* D'ORBIGNY  
                   Hypotypoid 3288  
                   Zancin; Kap Liakas, Kephallinia  
                   S. 108  
                   Vergrößerung 30x

Alle Vergrößerungen beziehen sich auf das Format DIN A 4!

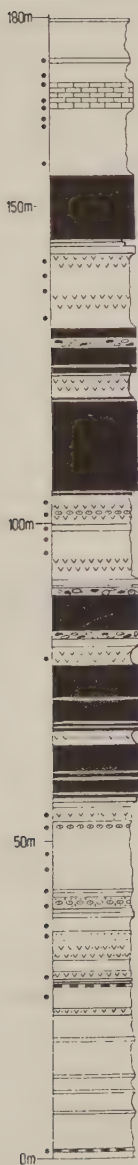
TAFEL 8





# Z A K Y N T H O S

## Kalamaki



## Agios Sostis

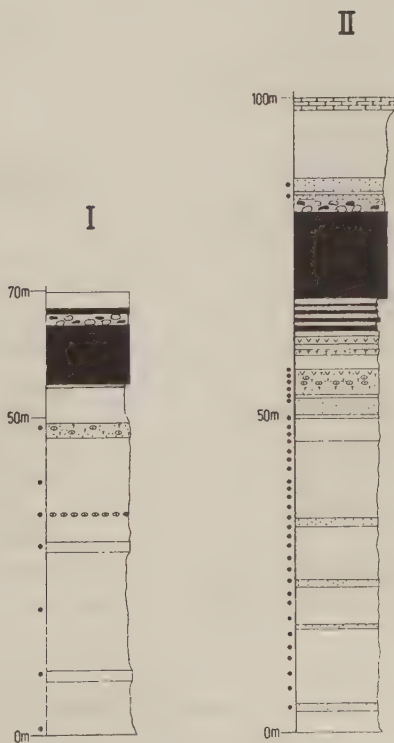


Abb.: 6 Lithologie der Profile von Zakynthos

# Legende:

- 1 - 3%
- \ 4 - 6%
- × 7 - 20%
- ▲ 20-60%
- über 60%

| Benthonische Foraminiferen<br>Agios Sostis I und II (Zakynthos) |    |    |    |    |      |  | Proben Nr. | Art                            |
|-----------------------------------------------------------------|----|----|----|----|------|--|------------|--------------------------------|
| 2                                                               | 71 | 72 | 74 | 28 | 33   |  |            |                                |
| ×                                                               | ■  | ■  | ■  | ■  | ×    |  |            | Ammonia beccarii               |
| \                                                               |    |    |    |    |      |  |            | Bolivina dilatata schroederiae |
|                                                                 |    |    |    |    | \    |  |            | Bolivina dilatata dilatata     |
| ▲                                                               |    |    |    |    | ○    |  |            | Bulimina elongata subulata     |
|                                                                 |    |    |    |    | ×    |  |            | Hanzawaia boueana              |
|                                                                 | ▲  | ×  | ▲  |    | \    |  |            | Elphidium advenum              |
|                                                                 |    |    |    |    | ○    |  |            | Hanzawaia producta             |
| ○                                                               |    |    |    |    | \    |  |            | Nonion granosum                |
| \                                                               | ○  | ○  | ○  |    |      |  |            | Quinqueloculina sp.            |
|                                                                 |    |    |    |    | ○    |  |            | Uvigerina sp.                  |
| 5                                                               | 3  | 3  | 3  | 1  | 8    |  |            | Σ Gattungen                    |
| 5                                                               | 3  | 3  | 3  | 1  | 8    |  |            | Σ Arten                        |
| 370                                                             | 0  | 0  | 0  | 0  | 1000 |  |            | Pelagos-Index                  |

Abb.: 10 - 13 Prozentuale Zusammensetzung der Foraminiferengemeinschaften der Ionischen Inseln

# Benthonische Foraminiferen Kalamaki (Zakynthos)

Abb.: 11

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | Proben Nr. | Art                                 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------|-------------------------------------|
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Ammonia beccarii</i>             |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Asterigerina planorbis</i>       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bolivina arta</i>                |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bolivina dilatata schroederæ</i> |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bolivina catanensis</i>          |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bolivina dilatata dilatata</i>   |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bolivina dilatata hyalina</i>    |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bolivina marginata</i>           |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bolivina plicatella</i>          |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bolivina spathulata</i>          |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bolivina sp.</i>                 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bulimina costata</i>             |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bulimina elongata subulata</i>   |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bulimina marginata</i>           |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Bulimina ovata</i>               |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Cancris auriculus</i>            |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Cassidulina laevigata</i>        |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Cassidulina subglobosa</i>       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Hanzawaia boveana</i>            |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Cibicides dufrenoyi</i>          |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Cibicides floridanus</i>         |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Cibicides lobatulus</i>          |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Cibicides pseudoungerianus</i>   |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Cibicides sp.</i>                |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Dentalina sp.</i>                |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Elphidium advenum</i>            |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Elphidium crispum</i>            |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Elphidium fichtelianum</i>       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Elphidium macellum</i>           |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Elphidium sp.</i>                |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Entosolenia bicarinata</i>       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Eponides parantillarum</i>       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Eponides tener stellatus</i>     |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Gyrodinoides soldanii</i>        |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Hanzawaia producta</i>           |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Hopkinsina bananiensis</i>       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Karreriella bradyi</i>           |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Karreriella sp.</i>              |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Lagena sp.</i>                   |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Nodosaria hispida</i>            |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Nodosaria sp.</i>                |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Nonion granosum</i>              |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Nonion soldanii</i>              |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Nonion sp.</i>                   |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Planulina ariminiensis</i>       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Planulina sp.</i>                |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Plectafondicula sp.</i>          |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Pleurostomella cf. elliptica</i> |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Pullenia bulboides</i>           |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Pyrgo depressa</i>               |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Pyrgo sp.</i>                    |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Quinqueloculina thumae</i>       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Quinqueloculina longirostra</i>  |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Quinqueloculina oblonga</i>      |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Quinqueloculina sp.</i>          |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Robulus clencii</i>              |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Robulus vortex</i>               |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Robulus sp.</i>                  |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Rosalina globularis</i>          |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Siphonina reticulata</i>         |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Spiraloculina cf. elegans</i>    |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Spiraloculina sp.</i>            |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Textularia sp.</i>               |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Triloculina inflata</i>          |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Triloculina sp.</i>              |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Reophax sp.</i>                  |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Uvigerina lucasi</i>             |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Uvigerina rutia</i>              |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Uvigerina pigmaea</i>            |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            | <i>Virgulina sp.</i>                |
| 4  | 7  | 6  | 7  | 5  | 5  | 4  | 4  | 6  | 8  | 5  | 4  | 17 | 15 | 15 | 14 | 18 |    |            | Σ Gattungen                         |
| 8  | 13 | 9  | 14 | 8  | 9  | 8  | 10 | 13 | 6  | 4  | 22 | 23 | 22 | 19 | 23 |    |    |            | Σ Arten                             |
| 50 | 80 | 36 | 66 | 50 | 60 | 50 | 50 | 50 | 33 | 33 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |    |            | Peiagos - Index                     |

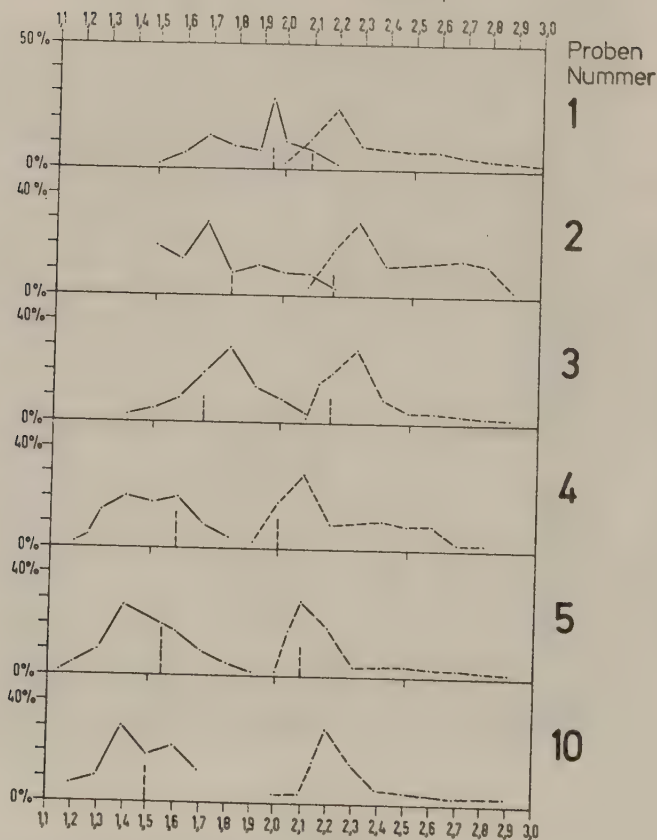
# Bolivina dilatata hyalina

L:B = —

B:D = - - - -

M<sub>L</sub>:B = |

M<sub>B</sub>:D = |



| M <sub>L</sub> | σ <sub>L</sub> | V <sub>L</sub> | M <sub>L:B</sub> | σ <sub>L:B</sub> | V <sub>L:B</sub> | M <sub>B:D</sub> | Proben Nummer |
|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
| 0,426          | ±0,0134        | 3,14           | 1,95             | ±0,185           | 9,510            | 2,10             | 1             |
| 0,387          | ±0,0124        | 3,19           | 1,800            | ±0,174           | 9,680            | 2,20             | 2             |
| 0,376          | ±0,0143        | 3,79           | 1,70             | ±0,234           | 13,68            | 2,20             | 3             |
| 0,312          | ±0,0151        | 4,84           | 1,60             | ±0,283           | 17,64            | 2,20             | 4             |
| 0,265          | ±0,0166        | 6,25           | 1,55             | ±0,329           | 21,30            | 2,10             | 5             |
| 0,237          | ±0,0189        | 7,56           | 1,50             | ±0,354           | 23,60            | 2,30             | 10            |

Abb. : 15 Diversity - Index - Werte von Kalamaki  
(Zakynthos)

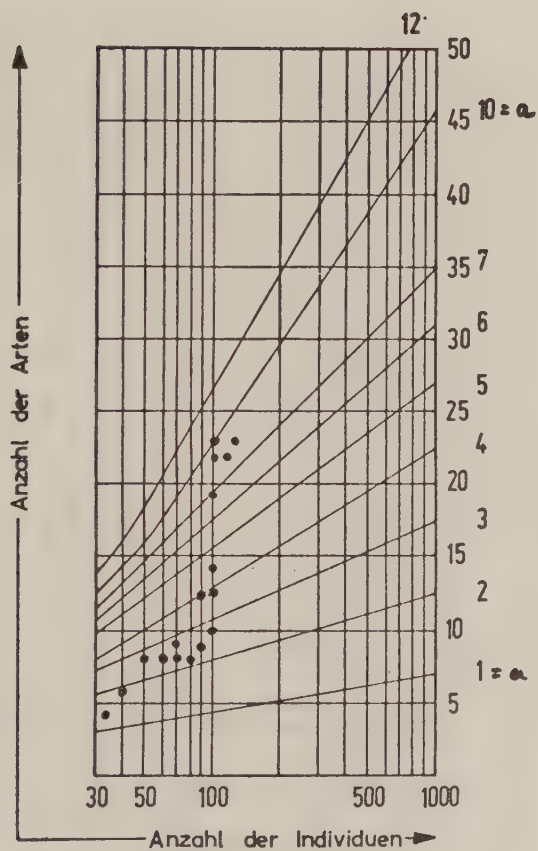


Abb.: 16 Diversity - Index - Werte von Kap Liakas  
(Kephallinia)

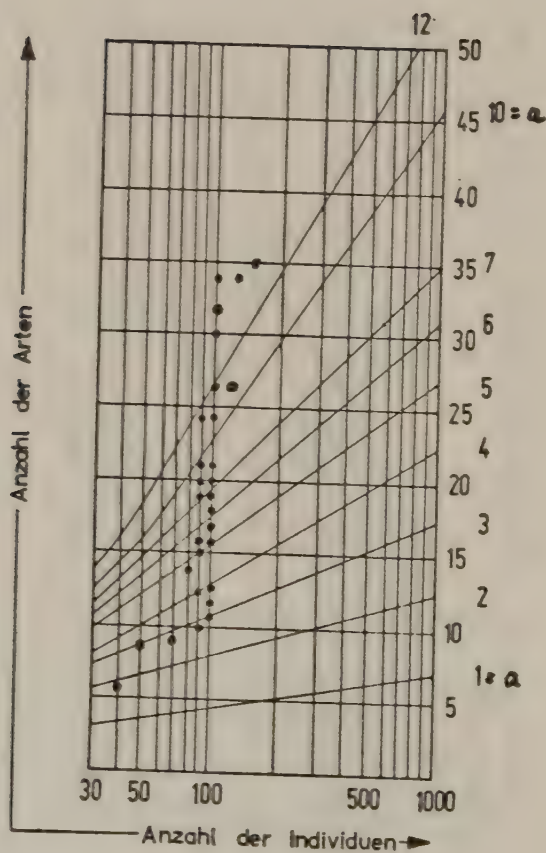


Abb.: 17 Diversity - Index - Werte von  
Agios Sostis (Zakynthos)

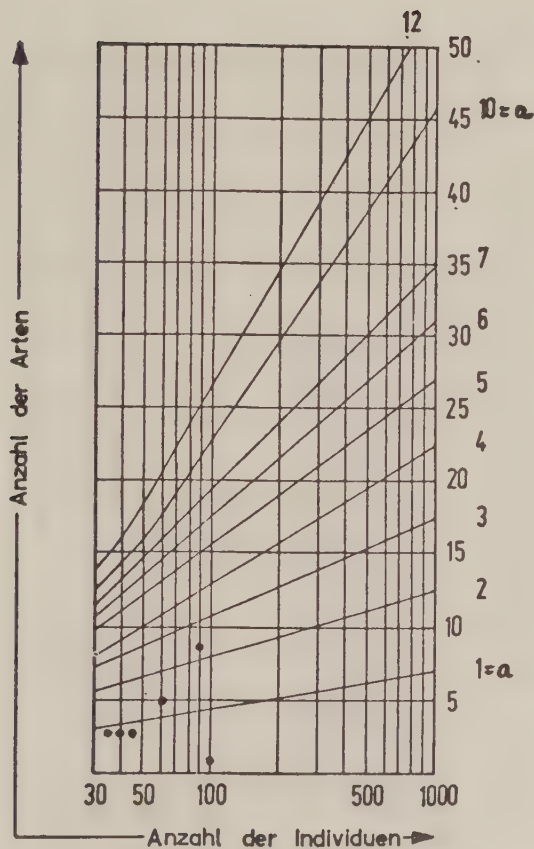


Abb.: 18 Diversity - Index - Werte von Paghi  
(Korfu)

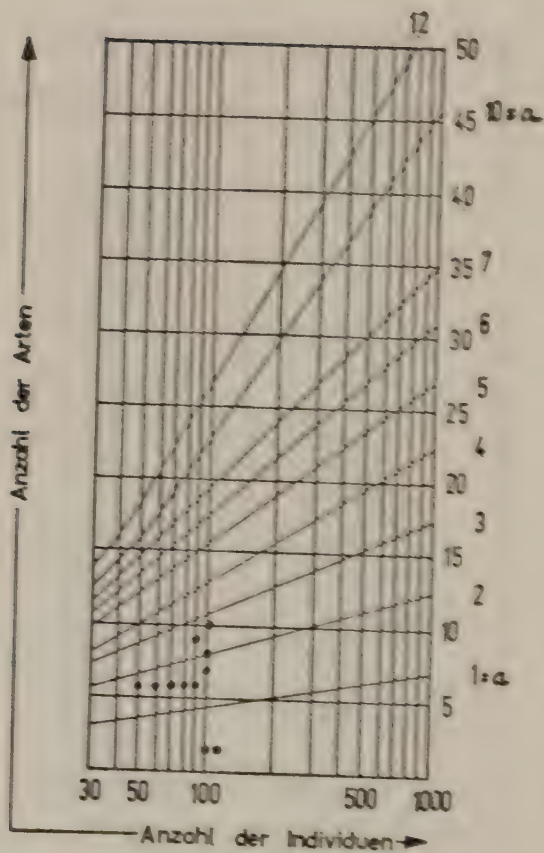
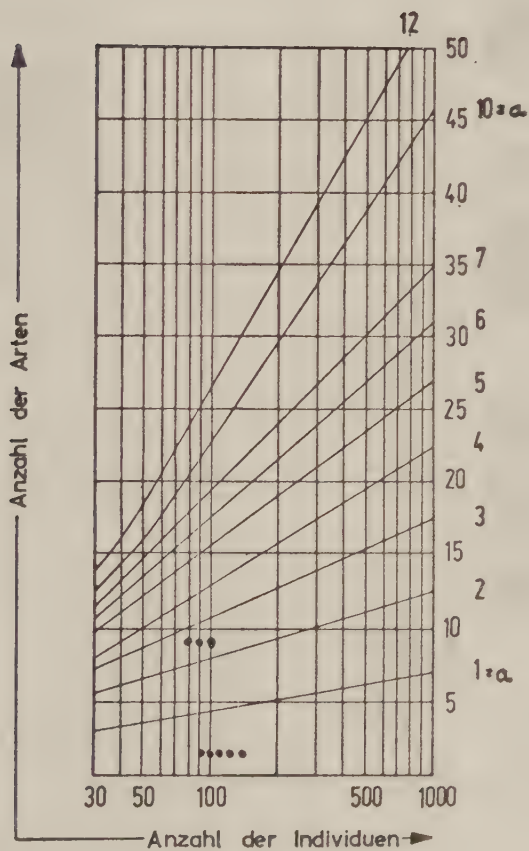


Abb.: 19 Diversity - Index - Werte von  
Kavadades (Korfu)



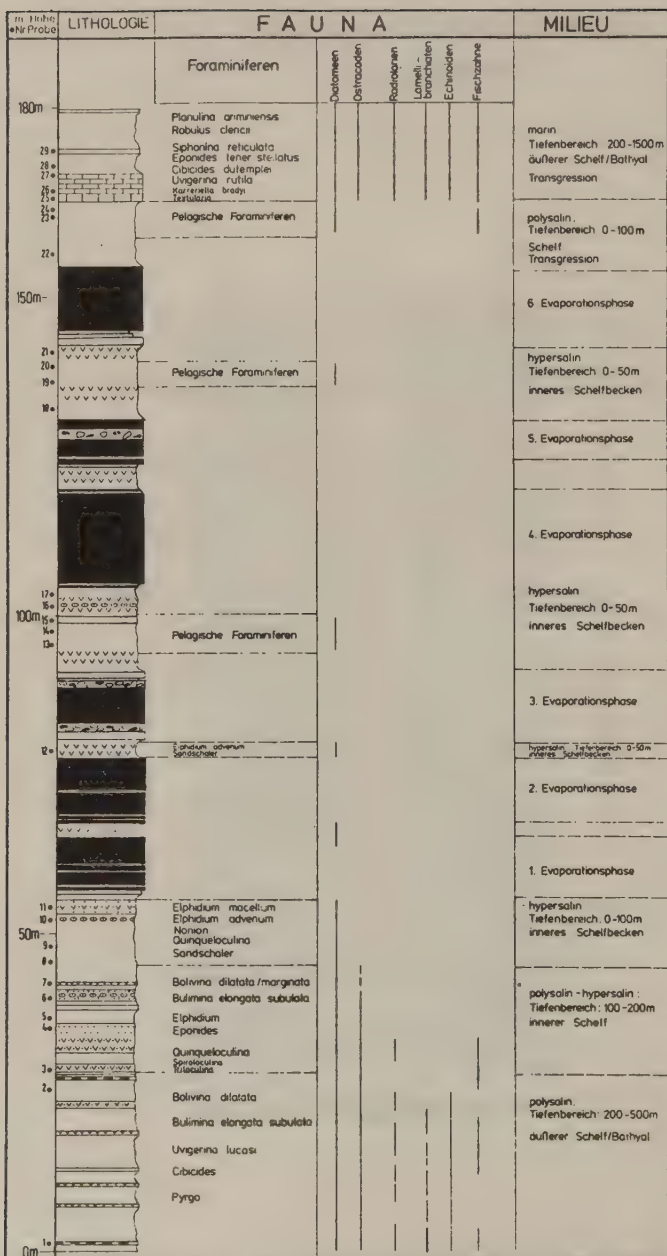


Abb.: 20 Schematische Darstellung der Palökologie von Kalamaki (Zakynthos)



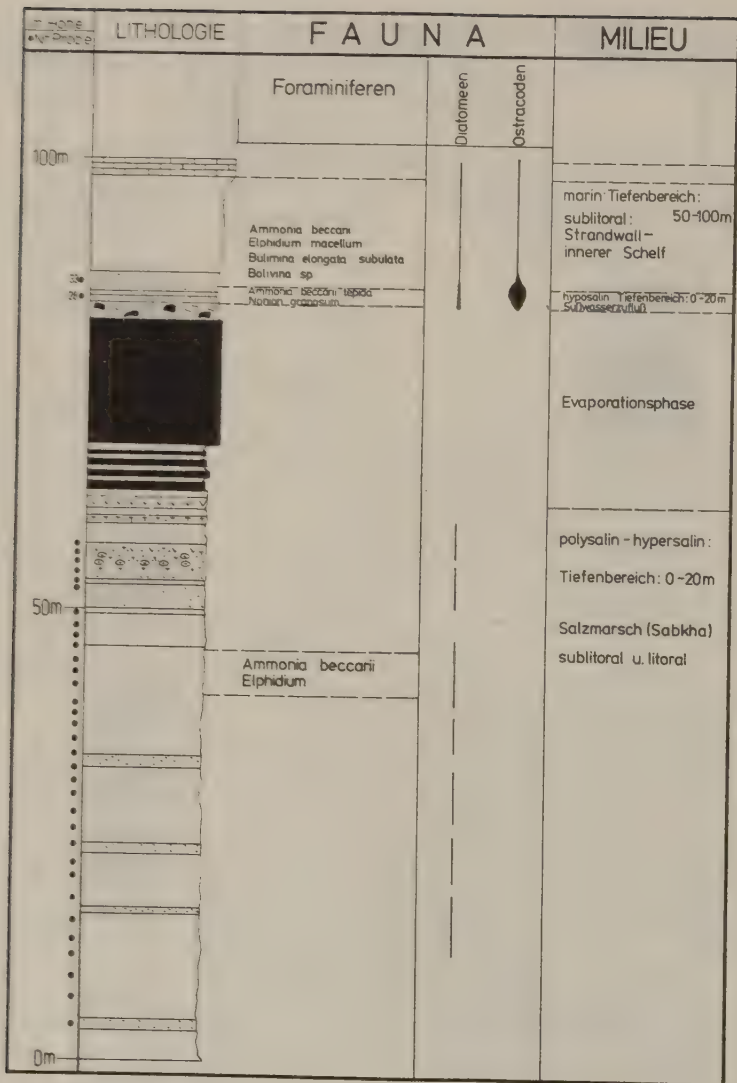
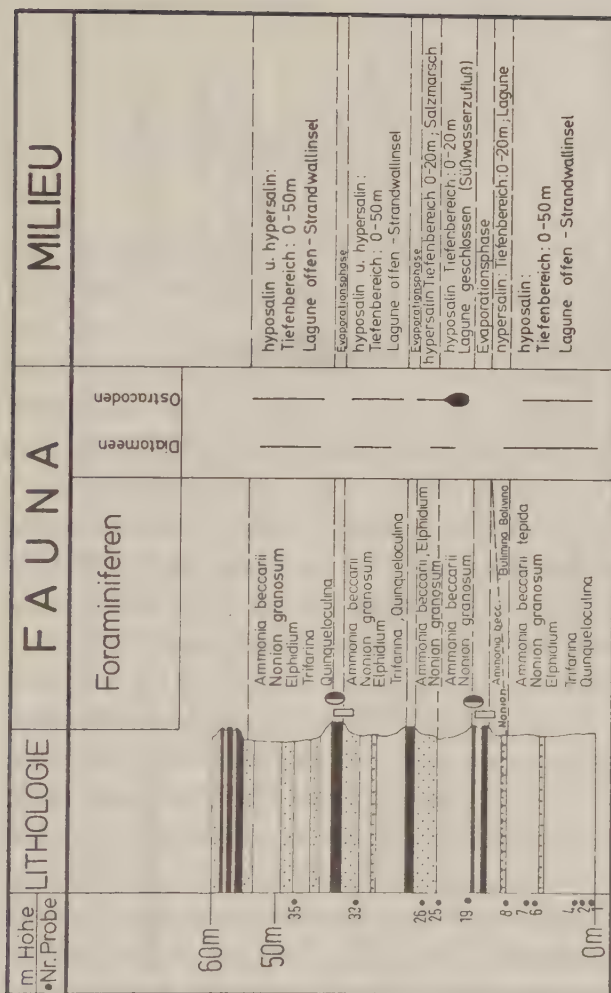


Abb.: 22 Schematische Darstellung der Palökologie von  
Agios Sostis II (Zakynthos)



□ = Seegras

○ = Blätter von terrestrischen Pflanzen

Abb.: 23 Schematische Darstellung der Palökologie von Paghi (Korfu)

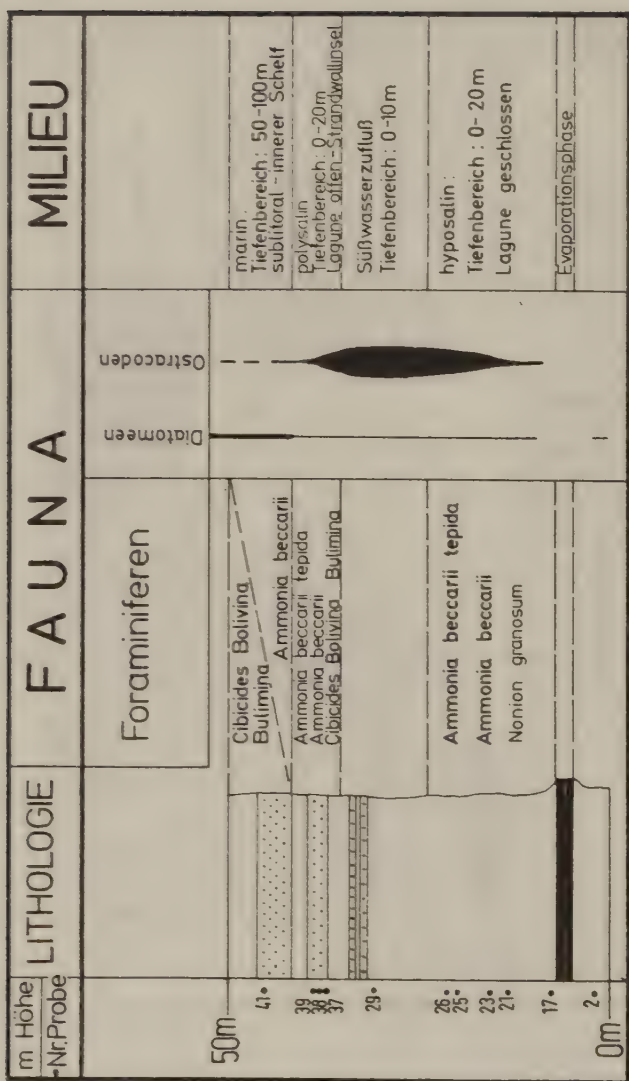


Abb.: 24 Schematische Darstellung der Palökologie  
von Kavadas (Korfu)

## LEBENS LAUF

Am 1. 7. 1947 wurde ich, Jutta Just, als Tochter des Kaufmannes, Fred Just und der Kindergärtnerin, Maria Just, geb. Lange, in Dresden geboren. Im Alter von sieben Jahren trat ich am 1. 9. 1954 in die Grundschule in Dresden ein. Nach der Übersiedlung meiner Eltern von Dresden nach München besuchte ich von 1956 bis 1958 die Volksschule in München. Am 1. 9. 1958 wechselte ich in das dortige Luise-Gymnasium über und beendete meine Schulzeit mit dem Abitur am 21. 7. 1967. Im selben Jahr immatrikulierte ich mich mit dem Hauptfach Geologie an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Nach bestandener Vordiplomprüfung legte ich am 10. 7. 1972 die Diplom-Geologen-Hauptprüfung ab. Seitdem arbeite ich an meiner Dissertation am Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität in München. Am 5. 3. 1973 fand ich eine Anstellung als Bibliotheks-Referendarin. Nachdem ich am 13. 3. 1975 die Anstellungsprüfung für den Höheren Dienst an wissenschaftlichen Bibliotheken abgelegt habe, bin ich seit dem 1. 4. 1975 als Bibliotheks-Rätin z. A. an der Universitätsbibliothek der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg tätig.





## **Offsetdruck-Fotodruck**

J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990